



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**“Aprovechamiento de Residuos Calcáreos mediante el método de
Nanoflotación para la generación de Portlandita en la empresa Comacsa-
los olivos”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERA AMBIENTAL**

AUTOR:

JAIRA ARACELI ATANACIO GARCÍA

ASESOR:

Dr. Ing. Jhonny Wilfredo Valverde Flores

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad ambiental y gestión de recursos naturales

Lima – Perú

2017 – II

“APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS CALCÁREOS MEDIANTE EL
MÉTODO DE NANOFLOTACIÓN PARA LA GENERACIÓN DE
PORTLANDITA EN LA EMPRESA – COMACSA- LOS OLIVOS ”

Autora:

Jiara Araceli Atanacio García

Jurado

Firma del:

Dr. Cesar Jimenez Calderon
Presidente

Ing. Elmer Benites Alfaro

Dr. Jhonny Valverde Flores
Vocal

Dedicatoria

A Dios, por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mi madre, Rosa y mi padre Jesús, por haberme apoyado en todo momento, a mis abuelos Rosario, Eduvina y Emperatriz por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A mi novio Víctor, por su amor, comprensión y estímulo constante, además de su apoyo incondicional a lo largo de mis estudios.

Agradecimiento

En primer lugar, agradezco a mi asesor, Dr. Ing. Jhonny Wilfredo Valverde Flores, quien ha sabido guiarme durante el desarrollo de esta tesis, brindándome sus consejos y conocimientos tanto en metodología como en temática, que sin duda alguna, ha marcado mi vida profesional gracias al aporte académico que me ha brindado y sin duda alguna, es mi ejemplo a seguir.

Declaratoria de autenticidad

Yo JAIRA ARACELI ATANACIO GARCÍA con DNI N° 71941910, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo, de la escuela de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y autentica.

Asimismo, declaro también bajo juramento que todos los datos de información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por la cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad Cesar Vallejo.

Jaira Araceli Atanacio García.

DNI: 71941910

Presentación

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento a las normas establecidas en el reglamento de elaboración de tesis de la escuela de Pregrado de la Universidad Cesar Vallejo para realizar mi tesis de grado para obtener el grado de Ingeniera Ambiental, presento mi trabajo de investigación que tiene por nombre “Aprovechamiento de residuos de calcáreos mediante el método de Nanoflotación para la generación de Portlandita en la empresa COMACSA, Los Olivos - Lima”, Con el objetivo de evaluar el aprovechamiento de los residuos generados por dicha empresa, de modo que se logre contribuir a la calidad del aire teniendo en cuenta la gestión de los residuos.

La presente investigación tiene como finalidad mostrar el aprovechamiento de los residuos de material calcáreo, mediante la aplicación del método de Nanoflotación para la generación de un subproducto, mediante sus dimensiones: Nanoburbujas, Flotación, características físicas y características químicas. En cumplimiento del reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo para obtener el Título Profesional de Ingeniera Ambiental.

Señores miembros del jurado, espero que la presente tesis sea evaluada y amerite su aprobación.

La autora:

Jaira Araceli Atanacio García

ÍNDICE

Dedicatoria	iii
Agradecimiento	iv
Declaratoria de autenticidad.....	v
Presentación	vi
ÍNDICE	vii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	x
I. INTRODUCCIÓN	13
1.1. Realidad problemática	14
1.2. Trabajos previos.....	17
1.3. Teorías relacionadas al tema	28
. 1.3. Teorías relacionadas al tema	28
1.4. Formulación del problema.....	38
1.5. Justificación del estudio	38
1.6. Hipótesis	40
1.6.1 Hipótesis general	40
1.6.2 Hipótesis específicas	41
1.7. Objetivos	41
II. MÉTODO	41
2.1. Tipo y Diseño de investigación.....	41
2.1.1. Tipo.....	41
2.1.2. Diseño.....	41
2.1.3. Nivel.....	42
2.2. Variables y Operacionalización	42
2.2.1. Identificación de las variables	43
2.3. Población, muestra y muestreo.....	45

2.3.1. Población	45
2.3.2. Muestra	45
2.3.3. Muestreo:	45
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, Validez y confiabilidad	46
2.4.1 Descripción	47
2.4.2 Validez y confiabilidad	55
2.5. Métodos de análisis de datos	56
2.5.1. Excel:	56
2.5.2. Estadística:	56
2.6. Aspectos éticos	56
III. RESULTADOS	57
3.2 Análisis iniciales de material calcáreo	57
3.3 Tratamiento con Nanoflotación	58
3.4 Toma de muestra final	66
3.5 Comparación y análisis de resultados	69
.....	78
IV. DISCUSIÓN	80
V. CONCLUSIONES	83
VI. RECOMENDACIONES	84
VII. REFERENCIAS	85
ANEXOS	92

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Tabla de número de muestras analizadas por el método de Micro-nanoburbujas.....	54
Tabla N° 2. Porcentaje en peso de los elementos presentes en la muestra	57
Tabla N° 3. Principales fases presentes en la MUESTRA 1	58
Tabla N° 4: Parámetros medidos a la muestra 1	63
Tabla N° 5: Parámetros medidos a la muestra 2.....	63
Tabla N° 6: Parámetros medidos a la muestra 3.....	64
Tabla N° 7: Parámetros de las muestras, para el método de Nanoflotación	64
Tabla N° 8: Codificación de las muestras medidas y analizadas	66
Tabla N° 9: Principales fases presentes en la muestra M2017-037-002-40MIN ..	66
Tabla N° 10: Principales fases presentes en la muestra M2017-037-003-60MIN	67
Tabla N° 11: Principales fases presentes en la muestra M2017-037-003-60MIN	68
Tabla N° 12: Prueba de normalidad	¡Error! Marcador no definido.
Tabla N° 13. Número y diámetro de Micro-nanoburbujas	106
Tabla N° 14. Datos Para distribución de frecuencia	106
Tabla N° 15. Distribución de frecuencia	107

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1. Esquema de una célula de flotación de tipo agitación	31
Figura N° 2. Mapa de Ubicación	47
Figura N° 3. Empresa Comacsa	48
Figura N° 4. Patio de minerales de la empresa Comacsa	49
Figura N° 5. Descarga de materia prima	49
Figura N° 6. Patio de minerales y residuos	50
Figura N° 7. Esquema de distribución de la Empresa Comacsa	51
Figura N° 8. Muestra de Carbonato de Calcio.....	52
Figura N° 9. Muestra de Carbonato de Calcio.....	52
Figura N° 10. Diagrama de flujo de la planta de beneficio de material calcáreo.	53
Figura N° 11. Espectro de la muestra inicial, con los respectivos elementos detectados en el análisis de Fluorescencia de Rayos X (FRX)	57
Figura N° 12. Muestra 1, tomadas a 20, 40 y 60 minutos.....	59
Figura N° 13. Muestra 3. Muestras Tomadas a 20, 40 y 60 minutos.....	59
Figura N° 14. Medición de Micro-Nanoburbujas por gota.....	60
Figura N° 15. Conductividad Eléctrica de la solución de NaOH a 0.5N para 2 litros de agua a 60 minutos del tratamiento. Muestra 1	60
Figura N° 16. pH de la solución de NaOH a 2N para 2 litros de agua a 60 minutos de tratamiento. Muestra 3	60
Figura N° 17. Proceso de filtrado de la muestra 2 (500 ml) a 1N a 60 minutos del tratamiento.....	61
Figura N° 18. Proceso de filtrado de la muestra 1 (500 ml) a 0.5N a 60 minutos del tratamiento.....	61
Figura N° 19. Proceso de filtrado de la muestra 3 (500 ml) a 2N a 60 minutos del tratamiento.....	61
Figura N° 20. Proceso de secado de la muestra 1 (500 ml) a 0.5N a 60 minutos del tratamiento.....	61
Figura N° 21. Horno de secado a 40°C.....	62
Figura N° 22. Muestra 3 en polvo, finalizado el proceso de secado.	62
Figura N° 23. Proceso de secado de la muestra 2 (500 ml) a 1N a 60 minutos del tratamiento.....	62
Figura N° 24. Dictograma de la muestra M2017-037-002-M1-40MIN.....	67
Figura N° 25. Dictograma de la muestra M2017-037-003-M2-60MIN.....	68
Figura N° 26. Dictograma de la muestra M2017-037-004-M3-60MIN.....	69
Figura N° 27. Comparación de los dictogramas de las muestras analizadas	70
Figura N° 28. Comparación de Porcentaje de Humedad de las muestras.....	70
Figura N° 29. Comparación del pH de las muestras analizadas.....	71
Figura N° 30. Comparación de Conductividad Eléctrica.....	71
Figura N° 31. Gráfica de probabilidad del pH de las muestras; Error! Marcador no definido.	
Figura N° 32. Gráfica de probabilidad del Conductividad Eléctrica de las muestras; Error! Marcador no d	
Figura N° 33. Histograma de N° y diámetro de Micro-nanoburbujas por gota	107

RESUMEN

La presente investigación, busca lograr el aprovechamiento de los residuos de material calcáreo generados por la Empresa Comacsa, mediante la Nanoflotación, para la generación de Portlandita, a fin de disminuir el impacto ambiental en Los Olivos.

El método para lograr dicho objetivo, consiste en la flotación, técnica que permite la separación o concentración de diferentes partículas, en un medio líquido, haciendo uso de la suspensión o burbujas de aire, en este caso, micro-nanoburbujas para mayor efectividad debido a su tiempo de permanencia y carga que poseen, para la generación de radicales libres de iones.

Se hizo uso de dos recipientes de plástico de 4 litros de volumen con válvulas de 3/8", mangueras de 3/8" y 1/2", un Microrreactor y generador de micro-nanoburbujas, NaOH, una bomba 40 W, un sensor de flujo de L/min y una columna de flotación de 5 litros, con una altura de 165 cm y un diámetro de 6.5 cm y una compresora de aire.

Se preparó una solución de 1 litro con 25 gr de residuos de material calcáreo (CaCO_3) y otra solución de 1 litro con una concentración de NaOH en perlas para preparación de concentración a 0.5N, 1N y 2N para los dos litros en total. Se prepararon 3 muestras con diferentes concentraciones. Ambas soluciones, fueron mezcladas en el microrreactor y generador de micro-nanoburbujas hasta llegar a la columna de flotación, a una presión de 90 PSI o 6 atm. El tiempo de tratamiento para las 3 muestras, fue de 60 minutos, sacando muestras parciales a 20, 40 y 60 minutos en cada una de las muestras, por lo que se obtuvo un total de 9 muestras. Finalmente, las condiciones óptimas para la generación de un subproducto, en este caso Portlandita, la concentración de la solución fue de 2N, una presión de 6 atm, y un tiempo de tratamiento de 60 minutos.

Palabras claves: Flotación, micro-nanoburbujas, Portlandita, Microrreactor y generador de micro-nanoburbujas.

ABSTRACT

The present investigation, seeks to achieve the use of the waste of calcareous material generated by Comacsa Company, through Nanoflotation, for the generation of Portlandite, in order to reduce the environmental impact in Los Olivos.

The method to achieve this goal consists of flotation, a technique that allows the separation or concentration of different particles, in a liquid medium, making use of the suspension or air bubbles, in this case, micro-nanobubbles for greater effectiveness due to their time of permanence and charge that they possess, for the generation of free radicals of ions.

Use was made of two 4 liter volume plastic containers with 3/8 "valves, 3/8" and 1/2 "hoses, a Microreactor and micro-nanobubble generator, NaOH in, a 40 W pump, a L / min flow sensor and a 5 liter flotation column, with a height of 165 cm and a diameter of 6.5 cm and an air compressor.

A 1 liter solution was prepared with 25 g of calcareous material residue (CaCO_3) and another 1 liter solution with a concentration of NaOH in beads for concentration preparation at 0.5N, 1N and 2N for the two liter in total. In total, 3 samples with different concentrations were prepared. Both solutions were mixed in the microreactor and generator of micro-nanobubbles until reaching the flotation column, at a pressure of 90 PSI or 6 atm. The treatment time for the 3 samples was 60 minutes, taking partial samples at 20, 40 and 60 minutes in each of the samples, so a total of 9 samples were obtained. Finally, the optimal conditions for the generation of a byproduct, in this case Portlandite, the concentration of the solution was 2N, a pressure of 6 atm, and a treatment time of 60 minutes.

Keywords: Flotation, micro-nano bubbles, Portlandite, Micro Reactor and micro-nanobubble generator.

I. INTRODUCCIÓN

Según el Ministerio del Ambiente, en su publicación aire limpio para todos (2015) menciona que el aire es fundamental para la supervivencia del género humano. Su limpieza y calidad garantiza el desarrollo, el crecimiento y el progreso, mientras que un aire viciado o contaminado afecta su accionar entorpeciendo el apropiado desarrollo de niños y niñas. En los últimos 150 años la contaminación de aire ha ido en aumento en gran parte del mundo generando daños económicos, ambientales y efectos adversos en la salud.

La contaminación del aire es una mezcla de partículas sólidas y gases en el aire. Las emisiones de los automóviles, los compuestos químicos de las fábricas, el polvo, el polen y las esporas de moho pueden estar suspendidas como partículas, que al verse expuestas a las diferentes variables meteorológicas, se dispersan con mayor facilidad afectando a la salud de las personas.

En la presente investigación, hablaremos de residuos, provenientes de material calcáreo, en la Compañía Minera Agregados Calcáreos S. A. – Comacsa, que al estar expuestos al aire libre, son dispersados por el aire. Razón por la cual, se tiene como finalidad mostrar el aprovechamiento de los residuos de material calcáreo, a través la aplicación del método de Nanoflotación para la generación de un subproducto, mediante sus dimensiones: Nanoburbujas, Flotación, características físico-químicas y el subproducto obtenido (Portlandita).

La presente tesis está compuesta por ocho capítulos.

En el capítulo I, se realiza el planteamiento del problema, se detallan trabajos realizados por otros autores en relación a lo investigado en el estudio, así como también se describen teorías relacionadas al tema, se formulan las hipótesis y los objetivos a lograr con el desarrollo de la investigación.

En el capítulo II, se detalla el diseño de investigación, la Operacionalización de variables, la población y muestra, y describe la metodología utilizada por el autor enumerando los pasos que se realizaron para la obtención del subproducto.

En el capítulo III, se muestran los resultados obtenidos mediante el programa Minitab Versión 17, el programa estadístico IBM SPSS Statistics y el software Microsoft Excel 2013

En el capítulo IV, V y VI, se mencionan los resultados obtenidos de la investigación, la discusión en torno a los trabajos previamente revisados y las recomendaciones referidas al estudio respectivamente.

En los capítulos VII y VIII, se encuentran las referencias bibliográficas y los anexos respectivamente.

Finalmente, se presenta las fichas de recolección de datos e imágenes del procedimiento realizado en la investigación.

1.1. Realidad problemática

Hoy en día no solo estamos conscientes de la gran importancia del aire, sino también de la magnitud en la que este recurso viene siendo impactado debido a las diferentes actividades de origen natural y en mayor escala de origen antropogénico; es decir, el sector industrial, agrícola, el sector minero, entre otros. Específicamente en el sector minero, no solo hay que tener en cuenta el proceso de extracción, sino también el proceso productivo que siguen finalmente los minerales extraídos, ya que es donde muchas veces se libera parte de la materia prima que es recolectada a lo largo del proceso y que viene a ser considerada residuos puesto que no cumplen con los estándares de calidad que se exigen para la venta de sus productos finales. Para lo cual es importante la localización de los puntos críticos, es decir donde se produce mayor liberación de partículas y polvo; de modo que permitirán la aplicación de métodos para minimizar la liberación de partículas que terminen siendo emitidas a la atmosfera. Es de suma importancia teniendo en cuenta que según el MEM, hasta diciembre del 2015, ha registrado un total de 10 200 titulares mineros, de los cuales referencialmente 2093 pertenecen a la pequeña minería y 1161 a la gran y mediana minería en el Perú. De las cuales, 121 empresas, se dedican a la explotación de mineral no metálico. La minería no metálica, que si bien es cierto no genera sustancias toxicas a lo largo de su proceso productivo, si supone un riesgo para la salud de las personas debido a la liberación de polvos y partículas sedimentables.

En el ámbito internacional, el diario Sputnikmundo, mediante el Servicio Nacional de Meteorología; da a conocer que Puerto Rico viene siendo afectado por el polvo proveniente del Sahara que al tener interacción con las variables meteorológicas, sobre todo en verano, representa una amenaza para la salud de las personas, en su mayoría para los niños, ancianos y personas alérgicas o con problemas respiratorios, enfermedades a la vista como la conjuntivitis.

Nuestro País, no es ajeno a este preocupante problema, pues si bien el aire es un medio dispersante de contaminantes, las variables meteorológicas son factores muy importantes que influyen la concentración de los mismos en las ciudades como Lima. Según el Informe Nacional de Calidad del Aire 2013 - 2014, emitido por la DIGESA, una de las principales fuentes de contaminación en la ciudad de Lima, son las fuentes fijas (plantas industriales, comercios, etc.).

A todo esto, se vienen tomando medidas a través de diferentes entidades nacionales como la OEFA, SUNAFIL, para la fiscalizar las diferentes empresas de nuestro país, con la finalidad de mitigar el problema de contaminación atmosférica. Como respuesta, las empresas suelen aplicar diferentes métodos y técnicas a lo largo de sus procesos como menciona, ARCINIEGAS, C. (2011, pág. 203), que el equipo de Alto volumen, o la difracción de rayos X y como medidas de precaución, el uso de filtros, o bombas de muestreo personal. Además, métodos para buscar disminuir la emisión de material particulado en fuentes estacionarias. Por lo que Incorporated Timberlyne Center (1998, 4-7, 5.1-1) propone: Para mitigar la liberación de material particulado en industrias, se debe tomar en cuenta la modificación u optimización de los procesos, y los sistemas de limpieza de gas de escape para fuentes estacionarias; los cuales están compuestos por: tratamientos previos como caras de asentamiento, purificadores, ciclones, Precipitadores electrostáticos como recolección de partículas, mecanismos de penetración y Filtros de tela.

Los métodos y técnicas antes referidas, permiten la recolección de los residuos para evitar que sean liberados a la atmosfera, sin embargo, esto da lugar a un

nuevo problema, como es de la obtención de residuos que a la larga, deberán ser dispuestos a través de Empresas prestadoras de servicios (EPS – RS).

La Compañía Minera Agregados Calcáreos S. A. (COMACSA) Se dedica a la producción de material calcáreo, y hay gran liberación de partículas sedimentables, que posteriormente se convierten en una gran cantidad de residuos (36 ton). cabe mencionar también que dicha compañía registra denuncias de las diferentes comunidades en las que se realizan los procesos de extracción como por ejemplo una denuncia en el Plan Operativo Institucional llevado a cabo por el OEFA, 2011 en la Comunidad Campesina de Quilca en contra de la empresa COMACSA por contaminación ambiental.

Es así, que en el intento de mitigar o disminuir el problema de polvos, dicha compañía también afronta un problema de residuos, puesto que también se ven afectados los intereses de la empresa y ya no se logra aprovecharlos, y se almacenan al aire libre, lo que implica la dispersión de estos en el medio, por efecto del viento.

Por ello, se busca plantear una técnica que se complemente con los métodos de recolección de material calcáreo ya establecidos en la empresa, pero también tenga en cuenta el aspecto económico. Con el método de Nanoflotación, se pretende el tratamiento de este tipo de material calcáreo, con bajo presupuesto y con la posibilidad de aprovechar el material residual en un medio acuático ya que este medio permite, la manipulación de sus componentes, al entrar en un estado coloidal, a través de la aplicación de nanoburbujas, para la generación de un subproducto. De lo cual surge la pregunta ¿En qué medida se logrará aprovechar los residuos de material calcáreo a través de la Nanoflotación en la empresa Comacsa?

1.2. Trabajos previos

WANG, L. RUNGE, K. e PENG, Y. (2016), en su estudio titulado “El efecto observado de las condiciones de flotación y las partículas Propiedades de recuperación de agua a escala de laboratorio”. Cuyo objetivo es determinar los factores que influyen en la recuperación tanto de agua como de ganga para su posterior recuperación. Utilizó un tipo de flotación factorial, para llegar a conocer los efectos individuales como combinados de los factores los cuales son: el caudal del gas, la altura de la espuma, la velocidad del impulsor y la ganga. Para lo cual se utilizaron diferentes materiales y reactivos como: Pienso de flotación que fueron preparados artificialmente en el experimento haciendo una mezcla con calcopirita pura, con minerales de ganga pura comprados y hematita. También se usó hidróxido de sodio (NaOH) para ajustar la suspensión a un pH igual a 9.5, etil xantato de sodio (SEX), que cumplía la función de colector, Dowfroth 250 utilizado como espumador. Los reactivos se prepararon diariamente, para las pruebas de flotación con agua del grifo. Los resultados obtenidos, muestran que la recuperación del agua, se vió afectada de manera muy notoria por la altura de la espuma, el caudal del gas, la velocidad del impulsor; ya que se logró de un 20 a 25% de una célula de 3.5 L la recuperación de agua, la interacción entre la velocidad del impulsor y la densidad de partículas y la interacción entre el caudal del gas y la espuma. Sin embargo, la espuma y el caudal del gas fueron los principales impulsores ya que afectaron la residencia de la espuma. Se evidenció el aumento del agua que entra en la fase de espuma al aumentar la velocidad del impulsor, sobre todo si se tratan de minerales con alta densidad específica. Los resultados de este trabajo ponen de relieve la necesidad, al modelar la recuperación de agua, de considerar tanto el flujo de agua en la espuma como el drenaje de agua en la espuma como mecanismos separados.

FORERO, J. DÍAZ, J. y BLANDON, B. (1999). En su estudio titulado “Diseño de un nuevo sistema de flotación para tratamiento de aguas industriales”, tiene por objetivo comparar los diferentes tipos de flotación que se han desarrollado, teniendo en cuenta los factores operacionales y económicos; y proponer una nueva técnica combinando Sistema de flotación por aire Disuelto (DAF) y Sistema de Flotación por aire Inducido (IAF) y utilizando boquillas inyectoras, que permitan

ahorrar costos de energía y sean más eficientes, ya que sé que busca descubrir una nueva forma de generar microburbujas. Se describen los métodos de flotación como: DAF pero la desventaja es que es demasiado costoso, debido a que el compresor debe generar en el aire una presión de 304.07 a 405,43 kPa. El segundo método, IAF; este proceso requiere grandes difusores, para así abarcar más área de influencia. Y la tercera técnica es el Sistema de flotación (Diseño ICP). Funciona con un sistema de bombeo. En el desarrollo experimental se siguió una serie de pasos, para lo cual se requieren los siguientes instrumentos y materiales: Un separador API, una bomba centrífuga multietapas, boquillas. Se obtuvieron muestras en blanco para verificar la efectividad de la técnica. Se tomaron en cuenta dos temperaturas, una de 323 K, con la cual la remoción se dio en mayor cantidad los primeros 40 minutos y a 298 K, la remoción fue más lenta, pero que pasados 120 minutos, recién igual a los resultados obtenidos con la primera temperatura. También se observó que la presión y la remoción estaban en relación directamente proporcional. Se usaron dos boquillas una principal y otra secundaria, con la que se experimentó a menor y alto flujo, donde a menor flujo el proceso de flotación fue más óptimo que si se desarrolla a alto flujo, pues se generó turbulencia. Por lo tanto, la doble succión de boquillas, tiene una eficiencia de 50% en la remoción que se alcanza al inicio en el separador API, A 298 K. También cabe mencionar que mediante la técnica de flotación se obtiene una remoción del 90% a una temperatura de 323 K. El aumento de la presión, favorece el proceso de remoción, sin embargo no se debe exceder los 275.8 kPa. Ya que se puede ver afectada la estabilidad de los flóculos. Todas las pruebas realizadas, indicaron que para un consumo dado de aire, el proceso de flotación es mejorado por la presencia de microburbujas. El sistema de flotación de características combinadas de las técnicas IAF y DAF, se debe tener en cuenta que el consumo de aire varía entre 0.02 m³ y 0.50 m³.

YUMY, et al. (2010), En su investigación titulada “Evidencia y existencia de estabilidad de nanoburbujas en agua”, tiene por objetivo estudiar y comprobar la estabilidad de las nanoburbujas en el agua y su interfaz eléctricamente cargada. Si bien es cierto, las nanoburbujas vienen siendo muy utilizadas en diferentes áreas, las propiedades del agua, después de la introducción de estas, no está

muy claro hasta la actualidad. Para lograr dicho objetivo, se utilizó la Dispersión Dinámica de Luz (DLS) para lograr detectar la presencia de nanoburbujas en el agua; para el mismo fin, también se utilizó la Resonancia Magnética Nuclear (RMN) y para medir el potencial zeta de las micro-nanoburbujas se hizo uso de Analizador de Potencial Zeta (Zeecom, Microtech Co. Ltd., Japón), Un generador de microburbujas (OM4-GP-040, Aura Tec Co. Ltd., Japón), Agua ultra pura que se obtuvo de hacer uso de un equipo que está compuesto por un sistema inverso Cartuchos de ósmosis y módulos de resinas de intercambio iónico y carbón activado. Para el caso de RMN, se utilizó una solución de iones de Manganese (1 L) como control. Los gases para la producción de micro y nanoburbujas, fueron el Oxígeno (O_2 , pureza 99.999%), aire, y Xenon (Xe, pureza 99.999%). En el generador de micro y nanoburbujas, se introdujo los gases por una entrada magnética, mientras que el agua se succiona, seguidamente esta mezcla fue sometida a una alta presión (0.25 - 0.27 MPa), en un depósito presurizado. Posteriormente, el agua se liberó a presión atmosférica, y la despresurización del gas muy saturado, ocasionó la nucleación de las burbujas, que fueron expulsadas y dispersadas a través de una boquilla. Finalmente, el agua se hizo circular en este sistema durante 40 minutos a 20°C. Fue necesaria también la medición del pH y la concentración del OD, para lo cual se utilizó, un medidor de Oxígeno Disuelto y un medido de pH. La distribución del tamaño de partícula en nano escala se midió usando una divisa verde (laser de 532nm) Zetasizer Nano ZS tamaño de partícula Analizador (ZEN3500, Sysmex Co., Japón), que detecta los Movimiento de partículas a través de la dispersión dinámica de la luz (DLS). Todas las mediciones se realizaron a 20°C, en una celda de vidrio cuadrada, y para cada muestra, se realizaron de 5 a 10 mediciones. Como resultados, la presencia de nanopartículas que se detectaron por DLS, al usar el Oxígeno, se observó durante 1 día, mientras que al usar aire, las burbujas, se observaron durante menos de 1 hora. El tiempo de relajación del retículo de la RMN, aumento al haber presencia de micro y nanoburbujas en una solución con iones de Manganese, lo cual significó que había presencia de una interfaz gas-líquido que adsorbe los iones de manganese. En cuanto al potencial zeta, las mediciones indicaron que después de la introducción de micro y nanoburbujas, se obtuvieron valores de 45mV a -34mV y de -20mV a -17mV; esto significa que existen cargas

eléctricas estables. Mediante este estudio, se llegó a comprobar con una buena precisión, la presencia de nanoburbujas en el agua, a través del tamaño de las partículas, mediciones del tiempo de retención, potencial zeta y el protón spin retículo de la RMN. La estabilidad de las micro -nanoburbujas, quedó comprobada por la concentración de gas disuelto en el agua, como por la interfaz eléctricamente carga, al medir el potencial zeta.

CHIE, J. et. al. (2007). En su artículo científico titulado “Tecnología de flotación de nanoburbujas con procesos con de coagulación para el tratamiento rentable de aguas residuales de pulido químico-mecánico”. Busca comprobar la viabilidad del tratamiento para aguas residuales, provenientes del proceso de pulido químico - mecánico (CMP) a través de la tecnología de flotación de nanoburbujas (NBFT) con un proceso de coagulación / floculación aplicados a escala de laboratorio. En este experimento, se tomaron en cuenta parámetros de diseño como: El tiempo de retención, la tasa de desbordamiento, relación del reciclado y presión del saturado; por lo que, se aplicó un diseño compuesto central de segundo orden para investigar los efectos de las dosis de coagulante / floculante y el pH para la eliminación de turbidez. Para lograr los objetivos planteados, se usaron productos químicos como: 3 activadores: Sulfato de aluminio ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$), tricloruro férrico (FeCl_3) y cloruro de aluminio (PAC); 2 colectores: bromuro de cetiltrimetilamonio (CTAB) y oleato de sodio (NaOI), utilizados en el proceso de coagulación / floculación. Todos los instrumentos utilizados, se lavaron con agua destilada y se secaron a 110°C . La medición de los parámetros del agua residual CMP, se midieron a través de métodos estándar. Para los cuales, se utilizó un medidor de turbidez, un espectrofotómetro de emisión atómica para determinar la concentración de los metales pesados, es decir Si, Fe, Cu, Cd, Pb; un analizador de tamaño de partícula para la medir la distribución de tamaños y el potencial zeta de las partículas. Al analizar el agua residual CMP se encontró que tenía un alto contenido de TS (8200 mg/L), Turbidez de 550 NTU, potencial zeta igual a - 50 mV, lo que indicó que las partículas en la solución eran estables. La concentración de sílice (Si) es de 4000 mg/L. Se utilizó un reactor de flotación a escala de laboratorio cuyo volumen es de 100 L, se realizaron una secuencia de pruebas y experimentos (24 ensayos). Se seleccionaron dos niveles de

dosificación diferentes y los experimentos se realizaron con tres activadores y dos combinaciones de colectores. A lo largo de los experimentos, el pH del sistema no se controló. La dosis seleccionada fue de 10 y 30 mg / L para $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (como Al), 50 y 100 mg/L para FeCl_3 , 20 y 50 mg/L para PAC (como Al), 10 y 40 mg/L para CTAB, así como 10 y 40 mg/L para NaOH. Seguidamente, se alimentó inicialmente en la columna de flotación junto con activador y colector. Después de esto, se añadió 20% (v / v) de agua reciclada (solución de burbujas) a la columna y los experimentos se llevaron a cabo durante 60 min. Al inicio y al final de cada experimento, se recogieron muestras triplicadas del reactor y se analizó la turbidez. Para la obtención de resultados, se procedió a identificar la combinación más eficaz de activador / recolector. Resultó ser de polialuminio (PAC) / oleato de sodio (NaOH) fue la mejor combinación de activador / colector, respectivamente. Su aplicación en la técnica NBFT, aumentó la eficiencia de un 40% para la reducción de turbidez en comparación con el proceso tradicional de coagulación. También se observó una disminución de turbidez, sólidos totales y disminución de sílice en más de 95%. Este tratamiento, se puede llevar a cabo sin ningún ajuste de pH, siempre y cuando se use el PAC como activador. En conclusión, los costos operativos y químicos para el tratamiento NFBT con el proceso de coagulación, fueron mucho menores que con el proceso de coagulación común. No obstante, aún se necesita la realización de más ensayos para su aplicación en campo por ejemplo en las Unidades de fabricación de semiconductores en Taiwan.

LEISTNER, T. PEUKER, A. y RUDOLPH, M. (2017) en su investigación titulada “Cómo el tamaño de la partícula de la ganga, puede afectar la recuperación de partículas ultra finas durante la flotación de espuma”. Cuyo objetivo es determinar cómo afecta el tamaño de la ganga en la recuperación de partículas finas (10-50 μm) y ultra finas (<10 μm), durante la flotación por espuma. Para lo cual, se utiliza sistemas artificiales de partículas modelo binario con magnetita como mineral objetivo y cuarzo como mineral de ganga, y condiciones de proceso cuidadosamente elegidas, con el fin de minimizar cuidadosamente los problemas asociados a las partículas de ganga ultrafinas. Durante el desarrollo del experimento, se observó que este problema, se debe a la baja eficiencia de

colisión de partículas / burbujas dentro del proceso de flotación, debido a una proporción desfavorable con respecto al tamaño de partícula / burbuja. Los resultados obtenidos indicaron que la magnetita ultrafina, puede ser recuperada similar a la magnetita fina cuando las partículas de ganga están bien. A Diferencia de la recuperación de magnetita fina que disminuyó considerablemente cuando el cuarzo ultrafino se utilizó como sistema mineral de ganga. Existen numerosos parámetros para minimizar los problemas relacionados con las partículas de ganga ultrafina como: La heterocoagulación insignificante entre la magnetita y el cuarzo, El aumento despreciable de la viscosidad de la pulpa, La adsorción de colectores fue insignificante sobre las partículas de ganga, Las partículas de magnetita ultrafinas fueron recogidas por burbujas de aire en la celda de flotación con una eficiencia casi similar a las partículas finas de magnetita si las partículas de cuarzo están en el rango de tamaños finos. La recuperación fina de partículas de magnetita disminuyó significativamente cuando las partículas de cuarzo estaban en el rango de tamaños ultrafinos. Debido a los dos últimos resultados que no son explicables con los enfoques clásicos de modelos de eficiencia de colisión. Parece que la proporción objetivo de burbuja de partículas / aire no es el único parámetro que rige la eficiencia de colisión de partículas / burbujas. También indica que los límites de tamaño de partícula más bajos para la flotabilidad son parcialmente cuestionables. Por esta razón, Es necesario realizar más investigaciones para confirmar y evaluar estos resultados e integrarlos potencialmente en enfoques de modelización de la eficiencia.

HUANG, Z. LEGENDRE, D. y GUIRAUD, P. (2010). En su investigación “Un nuevo método experimental para determinar la eficiencia de captura de partículas en flotación”. Tiene por objetivo investigar la interacción burbuja de partícula en una celda de flotación de vidrio de una sola burbuja, para determinar la eficiencia por medio de captura de partículas por medio de burbujas. El estudio se realizó en condiciones hidrodinámicas de flotación, bajo el control de condiciones físico químicas. Se hizo uso de una columna de vidrio, con la que se producen pequeñas gotas de agua pura (0.22-1.16 mm), y para elevar hasta su terminal, se le agregaron una suspensión de partículas de vidrio (5-56 μm), con la que se logra la captura de partículas. Se estudió, específicamente una burbuja, para

determinar la cantidad de partículas que logra capturar a lo largo de su desplazamiento ascendente. Para lograr la observación de este proceso, se grabó un video por medio de aumentos ópticos altos. En este video se observa cómo las partículas se deslizan a la interface y se adhieren a la burbuja de aire, de modo que se agrupan y logran cubrir toda la burbuja. De este modo, también se pudo determinar cómo varían los resultados si se disminuye el tamaño de la burbuja y se observan resultados favorables. El agua utilizada para los experimentos, fue proporcionada por un dispositivo de intercambio iónico. El agua filtrada se utilizó para todas las partículas mayores de 1 mm y luego se desionizó a través de dos etapas de resina de intercambio iónico. La conductividad registrada fue de 0.75 y 2.8 mS/cm-1, una tensión superficial de 72.8 mNm-1 y una temperatura de 20°C. El tiempo de coalescencia de la burbuja con la interface agua aire, es menor de 1 s. Las fuerzas cohesivas de las partículas fueron importantes, ya que aumentaron la densidad de la burbuja y disminuyeron su velocidad de ascendencia, lo cual permitió determinar la cobertura y el número de partículas, por burbuja. En comparación con los demás métodos de recuento, con este estudio se obtuvieron mejores resultados. Por lo tanto, se espera probar con nanopartículas, asegurando que la eficiencia es mucho mayor.

CALGAROTO, S. AZEVEDO, A. y RUBIO, J. (2016). En su estudio “Separación de especies insolubles en aminas por flotación con nano y Micro Burbujas”. Su objetivo, es determinar qué tan efectivas son las micro-nanoburbujas para el tratamiento de aguas residuales, que proviene de la separación de partículas de hierro de la ganga (mayormente cuarzo y silicatos), por el método de flotación. En esta actividad, constantemente se están liberando partículas de cuarzo, y un colector de amina que se vierten en las pozas de relave como pulpas concentradas y que posteriormente contaminan las fuentes de agua. Por lo tanto en este estudio, el agua residual contaminada específicamente con decil-trimetil-éter-amina (colector Empleados en minas de hierro brasileñas), fue sometida a tratamiento a través de las micro-nanoburbujas. Estas aguas, tuvieron un pH 10.5 y los contaminantes, fueron eliminados por Microburbujas (MBs: 30-100 ml) y nanoburbujas (NBs: 150-800 nm). Las burbujas fueron generadas por despresurización de agua saturada con aire, forzada a través de una válvula de

agua. Este tipo de técnica, es conocida también como Flotación Disuelta de Aire (DAF), que resultó ser uno de los tratamientos más recomendables y efectivos que existen. Los resultados mostraron que se obtuvo una remoción de aminas de 80%. Se encontró que los precipitados de amina, se unían a las micro-nanoburbujas. Finalmente, se analizó el agua residual y solo se encontró una concentración de 6 mg/L de aminas en agua. Esto corroboró, el potencial de esta técnica para este tipo de aguas residuales.

ALBIJANIC. A. et. al. En su investigación, (2014) “Aspectos fundamentales del mecanismo de fijación de partículas de burbujas en la separación por flotación”. Su finalidad fue comprender cuales son los mecanismos de fijación de las partículas de burbujas como por ejemplo: Experimentos de microfiltración, medidas del tiempo de fijación de partículas, caracterización y análisis de coloides en las superficies. Las mediciones de fuerza de las partículas se hicieron con un microscopio de fuerza atómica (MFA), mostraron una tendencia similar. Además, la isoterma de adsorción del sistema de clorhidrato de vidrio-dodecil amina (DAH) indicó que hay las tres regiones de adsorción, y la recuperación de flotación alcanzó su valor máximo en la segunda región de adsorción de DAH sobre la superficie de vidrio. Se observó además, que el tiempo de fijación de la partícula, estaba en relación inversamente proporcional con la recuperación de la flotación; y el tiempo de unión mínimo, coincidía con la recuperación máxima de la flotación, que se produjo al rededor del punto isoeléctrico para las partículas de vidrio y las burbujas de aire. Los resultados mostraron que las fuerzas coloidales, juegan un importante papel, sobre todo cuando se ven afectadas por la adsorción de surfactante en el apego de partículas. Este estudio contribuye específicamente a una mejor comprensión de la inserción de partículas de burbujas en el sistema cristal-DAH. Sin embargo, estos resultados también nos permitirán diseñar experimentos para investigar la unión de diferentes minerales a burbujas de aire.

CALGAROTO, S. AZEVEDO, A. y RUBIO, J. (2015). En su artículo titulado flotación de partículas de cuarzo asistidas por nanoburbujas. Cuyo objetivo fue mostrar la efectividad de la aplicación de nanoburbujas en flotación, en la aplicación asistida de cuarzo en diferentes fracciones de tamaño y

concentraciones con una inyección de nanoburbujas (150-350 nm), mezcladas con burbujas gruesas (400-800 μm). Se trataron muestras de cuarzo puras y bien caracterizadas con una monoamina de alquil éter comercial como flotación Colector con burbujas en varios tamaños: burbujas gruesas (400-800 μm); Nanobubbles (200 - 720 nm). Las nanoburbujas, fueron generadas por separación selectiva que se formaron juntas después de la despresurización-cavitación del agua saturada en el aire (como en flotación por presión o flotación de aire disuelto). La inyección de nanoburbujas (200-720 nm) junto con burbujas gruesas convencionales (400-800 μm) mejoraron las recuperaciones de flotación de finos de cuarzo y ultra finas. La flotación tamaño por tamaño con partículas gruesas más nanoburbujas, en comparación con burbujas gruesas, mejoró las recuperaciones del cuarzo muy fino en un 20-30% y disminuyó ligeramente las recuperaciones de partículas gruesas en pequeñas pruebas Hallimond. Los resultados se explicaron por la mejora de la captura de partículas finas / ultra finas (8-74 μm) y por la velocidad de aumento más lenta y el arrastre por las burbujas gruesas, en presencia de nanoburbujas.

CALGAROTO, S. WILBERG, K. y RUBIO, J. (2015) En su investigación “Sobre las propiedades interfaciales de las nanoburbujas y sus aplicaciones futuras en la flotación”, su objetivo fue dar a conocer los resultados de algunos fenómenos interfaciales de las nanoburbujas en la interface agua / aire, en presencia y ausencia de tensoactivos.

Las mediciones fueron realizadas con un equipo nano zeta Sizer. Los resultados, mostraron que al reducirse la presión aplicada, hace que el líquido sufra una cavitación y se generen nanoburbujas. El pH y las soluciones utilizadas se ajustaron en el recipiente de saturación de aire, antes que se formaran las nanoburbujas con la finalidad de controlar in situ la carga superficial y el potencial zeta de las partículas. En presencia de NaCl, 10⁻² mol/L, se observó un comportamiento sigmoideal en el que el pH estaba entre pH 2 (+ 26 mV) y pH 8.5 (- 28 mV) se alcanzó un punto isoeléctrico a pH 4.5 y las nanoburbujas se cargaron positivamente hasta 23 mV. Todo lo contrario se observó en medio alcalino, ya que las nanoburbujas alcanzaron un potencial zeta altamente negativo (-59 mV). La capa doble de las nanoburbujas, se encargan de la formación de nanoburbujas

estables, que proporcionan una fuerza repulsiva. Por consiguiente, los tamaños de los nanoburbujas dependían de su carga y Aumentado con el pH. Contrario A otros estudios reportados, se encontró que el pH medio determinaba Tanto el potencial zeta como el tamaño de la burbuja. Nanoburbujas altamente cargadas y más pequeñas (150-180 nm) se obtuvieron en presencia de tensoactivos (104 mol L⁻¹ de alquil metil éter monoamina o dodecil sulfato sódico). Por lo tanto, cargado y sin carga estable las nanoburbujas pueden ser hechas a medida con o sin tensoactivos y se espera que su uso se amplíe Opciones en la flotación de minerales. Se espera que su uso amplíe la investigación aplicada en minerales, materiales Tratamiento de efluentes líquidos por tratamiento no convencional.

CAFER E. y KARACA S. (2015) En su investigación “Efecto de las nanopartículas sobre la estabilidad de la espuma y la distribución del tamaño de las burbujas en flotación”, el objetivo fue evaluar qué tan efectivos, pueden ser los nanomateriales, como estabilizadores de la espuma en flotación mineral. Se utilizaron productos químicos como Ácido clorhídrico, hidróxido de sodio, silicato de sodio y dextrina. Para las pruebas de flotación mineral, una muestra de barita pura (-0.106 mm), triturada con martillo y luego por un molido de bolas. El análisis químico de la muestra que estaba compuesto de 96,4-98,7% de BaSO₄, 1,2-2,3% de SiO₂ y 0,8-1,2% de CaCO₃. Se utilizó agua desionizada y cuatro tipos de nanomateriales. SiO₂, TiO₂, Fe₂O₃ y Al₂O₃. Los experimentos fueron llevados a cabo en un recipiente de 50 x 50 mm y de altura 500 mm columna de espuma. Se prepararon 0.25 g/l de una suspensión de nanomateriales. Una cantidad de cada nanomaterial, se dispersó en silicato de sodio de 25 ppm por zonificación de la muestra durante 30 minutos. Para la flotación, se utilizaron dos celdas de vidrio con diferentes profundidades (15 y 35 mm). El pH de la pulpa se ajustó a 10±0.5 por adición de NaOH y se mezcló durante 10 min. El activador BaCl₂, se añadió a la pulpa (50 g/t) y se acondiciono durante 10 min. Se utilizó Aero 722, como colector (150 g/t). Un espumador Oreprep 507 se añadió a la pulpa y se introdujo aire controlado por un rotámetro, al añadir una solución de espuma, esta se mantuvo constante. Estos resultados, se obtuvieron si hacer uso de los nanomateriales. Seguidamente, Se procedió a medir el potencial zeta para determinar la superficie de carga de los nanomateriales donde se demostró que:

SiO₂, posee una carga negativa con una amplia gama de valores de pH y se mostró cada vez más negativo a medida que aumentó el pH. Del mismo modo para TiO₂, Al₂O₃ y Fe₂O₃. Por lo que se trabajó a un pH neutro ($7 \pm 0,25$) y alcalino (PH 10 \pm 0,25). El tamaño de la burbuja se midió mediante una cámara digital (Casio EX-F1), que estaba conectada a Una computadora personal donde las imágenes fueron almacenadas y analizadas. Los resultados obtenidos, mostraron que el efecto del aumento de la altura de la espuma y la coalescencia de las burbujas, fueron insignificantes. La adición de espuma que contenía los nanomateriales, no contribuyeron con la eficiencia de flotación en la espuma superficial. Contrario A esto, el nano-tamaño Fe₂O₃ y Al₂O₃ proporcionan un significativo Aumento de la recuperación de barita (7-11%) lo cual Significó que el tipo de nanomateriales que se utilizarán en flotación Es también importante. Podría llegar a ser más eficientes que la flotación mecánica.

MARTINEZ Y CICUAMIA, (2016) en su investigación titulada “Síntesis y caracterización de zeolitas a partir de cenizas volantes de carbón” para obtener el título de químico en la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales – Colombia, tiene por objetivo de sintetizar zeolitas a partir de las cenizas volantes de carbón modificando diferentes variables, para lo que se hicieron diferentes ensayos importantes como: concentración de solución activante, velocidad de agitación, presión, temperatura y tiempo. La cantidad de cenizas volantes utilizadas fue de 50 gr, solución activante de NaOH de 150 ml a 0.5 M y 2M temperatura a 25 °C agitación de 575 rpm y tiempo de activación, 4 horas. El tiempo de activación 4 horas, temperatura de secado, 105 °C por 5 horas. Finalmente, se efectuó un análisis por microscopia electrónica de barrido, la cual permite ver las agrupaciones formadas de los compuestos sintetizados y el cambio en su estructura con relación a la materia prima utilizada. La zeolita obtenida, fue la NaP1, debido a que se utilizó el NaOH como solución activante.

1.3. Teorías relacionadas al tema

. 1.3. Teorías relacionadas al tema

Nanoburbujas

FERRARI, LIGGIERI Y MILLER, sostiene que:

Las Nanoburbujas son pequeñas capsulas de gas, que están presentes en algunas condiciones en superficies hidrófobas [...] Se caracterizan por poseer una alta presión interna generada por el gas. Es importante que se tomen en cuenta el tamaño, la forma, el ángulo de contacto, la tensión superficial y la presión interna, ya que estos parámetros permiten la descripción de la Nanoburbuja y determinan su estabilidad. (2016, pág. 160).

Características de las Nanoburbujas

Tamaño

TSUGE (2014, pp. 4 – 9) Describe:

Su tamaño está dado por el campo de trabajo en el que se aplique. Es decir de $10^{-40} \mu m$, para el campo de la bioactividad y menos de $100 \mu m$ para el campo de la física fluida.

Velocidad de ascenso lento.

La velocidad de ascenso de una Nanoburbujas, está determinada por sus características físicas del líquido. Para el caso de las Nanoburbujas que tenga un diámetro de $100 \mu m$ es casi 1, su forma es esférica. Puede actuar como esferas fluidas (limpias) o esperas sucias (solidas). Para obtener resultados precisos, es aplicable en este caso la ecuación de Stokes. (TSUGE, 2014 pág. 4)

$$U = \rho g d^2 / 18 \mu$$

Dónde:

U: Velocidad ascendente

ρ : Densidad del líquido

g: aceleración gravitacional

d: diámetro de la burbuja

μ : Viscosidad del líquido

Disminución de la fricción

El arrastre de fricción del flujo bifásico gas – líquido disminuyen con el aumento de la fricción de volumen de la nanoburbuja. Se puede verificar ello, a partir de la disminución de la resistencia a la fricción, soplando la nanoburbuja desde el fondo del depósito. (TSUGE, 2014 pág. 5)

Alta presión dentro de la nanoburbuja (Efecto de auto compresión)

Este parámetro se puede llegar a determinar usando la ecuación de Laplace

$$\Delta P = 4\sigma/d$$

La presión de una burbuja (ΔP) cuyo diámetro es d , aumenta la presión circundante, debido a la tensión superficial σ . Con la disminución del tamaño de la burbuja, la presión en la burbuja aumenta, con ella, también aumenta la presión parcial del componente de gas disuelto. Es decir la fuerza motriz de la disolución aumenta y el gas se disuelve fácilmente.

Como ejemplo, las presiones internas de las burbujas cuyos diámetros van de $1\mu m$ a 10 nm son de 3.87 y 29.7 atm. (TSUGE, 2014 pág. 6)

Área interfacial

Es importante debido a que aumenta y contribuye a la fracción de disolución del gas. Se obtiene mediante el área interfacial de las burbujas, divididas por el volumen, con el diámetro decreciente de la burbuja. (TSUGE, 2014 pág. 6)

$$A/V = 6d$$

Trituración y formación de radicales libres.

Los radicales libres se forman a partir de electrodos introducidos en el agua, por la trituración de las Nanoburbujas por las ondas de choque formadas. Estos se producen en minutos durante la compresión a altas concentraciones de Nanoburbujas. A medida que aumenta la carga de las Nanoburbujas (potencial z), durante la compresión, la concentración de iones alrededor de Nanoburbujas aumenta de manera que se forman iones en exceso y se originan los radicales libres. (TSUGE, 2014 pág. 7)

Potencial zeta

AGUILAR M. (2002, pág. 23) lo define como:

Trabajo necesario para traer la unidad de carga desde el infinito al plano de corte. Es un parámetro físico que caracteriza la carga electrostática de las partículas, que a su vez es el origen del movimiento de estas hacia el polo de carga opuesta, cuando se encuentran bajo la acción de un campo eléctrico.

El potencial zeta de los coloides, es sumamente importante, ya que con este, se logrará saber que tan eficiente es el método a realizar y la reacción del coloide tras el tratamiento recibido del agua.

Cambio de las propiedades liquidas por burbujeo

Las propiedades cambian en función a la temperatura, viscosidad del líquido, disminución de la tensión superficial, también aumenta la conductividad eléctrica por las moléculas de hidrogeno en las moléculas de agua e ionización de productos químicos que están presentes en el agua.

Flotación

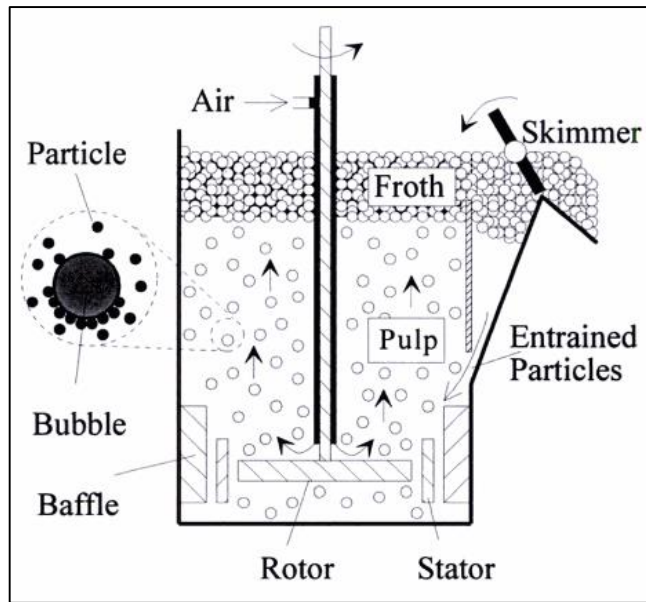
NGUYEN Y JOACHIM Describen:

La flotación es un proceso de separación y concentración basado en las diferencias de las propiedades físico-químicas de las interfaces. La flotación puede tener lugar [...] ya sea en una interface liquido-gas, una interfaz liquido-solido, o una interfaz solido-gas.

En la flotación por espuma, las partículas hidrófobas, que pueden ser tamaño molecular, coloidal o macropartículas, se adsorben selectivamente o se unen a la superficie de la burbuja de gas que se eleva a través de una suspensión y permanecen en ella y se concentran o separan.

En los métodos coloidales, la separación se consigue mediante la formación selectiva de agregados de partículas, que pueden separarse de la suspensión mediante una técnica de sedimentación o mediante el uso de burbujas de aire.

[...](2003, pág. 3)



Fuente: NGUYEN Y JOACHIM (2003)

Figura N° 1. Esquema de una célula de flotación de tipo agitación

Condiciones de operación

ALVAREZ (2012) Afirma que en la flotación, existen 3 fases:

Fase gaseosa: Constituida generalmente por aire (en algunos casos por otro gas) que se introduce y dispersa en forma de pequeñas burbujas.

Fase líquida: Está constituida por agua con reactivos. El agua es polar, siendo esta la causa de la hidratación superficial de algunos minerales en soluciones acuosas. Contiene generalmente por iones como Cl^- , Na^+ , K^+ , Ca^{++} , etc. Demás impurezas y contaminantes naturales.

Fase sólida: Está constituida por partículas de mineral finamente molidas. Las propiedades superficiales de los minerales dependen de su composición y estructura. [...]

Colectores y activantes: Son compuestos iónicos, que se encargan de atraer a los iones de carga opuesta según sea el caso en la solución. Este compuesto, dependerá del tipo de producto que se desee obtener o recuperar en el medio acuoso.

PORRAS, D. (2001), da a conocer sobre:

Celdas columnares

Este tipo de celdas son los equipos más usados en flotación, en especial en etapas de limpieza de concentrados, debido a las mejores leyes que es capaz de producir, aunque con menores recuperaciones. Típicamente, tiene una altura de 9 a 15 m.

La pulpa se alimenta por debajo de la interface pulpa – espuma, descendiendo y encontrándose en contra corriente con las burbujas. Las partículas flotables, se adhieren a las burbujas [...]. El aire ingresa a la columna, a través de burbujeadores instalados en la columna.

En el caso de las columnas, no existe un test a escala de laboratorio que permita escalar los resultados a nivel industrial, tal y como para las celdas convencionales. Esto lleva a realizar pruebas a escala piloto, en las que se utiliza el equivalente a una sección longitudinal de una columna industrial, pero de pequeña sección circular (Típicamente 2" de diámetro)

En estas columnas pilotos, se ensaya, variando al tonelaje de alimentación y bajo condiciones de flotación pre-establecidas (Aireación y reactivos), hasta alcanzar la ley de concentrado requerido.

Caracterización física

VALDERRAMA, J. (2000) Toma en cuenta.

Cantidad: Para determinar la cantidad de residuos, o partículas en la solución, se debe tener en cuenta que esta no sea muy saturada, y se deben hacer pruebas a través de la preparación de soluciones a diferentes concentraciones y determinar el tiempo de sedimentación de cada una. Esto ayudará a que la solución, establezca una mejor interacción con el activante.

Conductividad eléctrica: Indica, principalmente la presencia de iones, que estará en relación a la cantidad del activante (NaOH) adicionado, en los diferentes tratamientos.

pH: El control de este parámetro, es sumamente importante, ya que está relacionado directamente con el potencial zeta de las burbujas (Carga eléctrica), es decir si el nivel de pH es muy bajo, se producirá una floculación en la solución, lo que produce una escasa selectividad en la flotación mientras que si es alto, la solución se mantendrá estable.

Por otro lado, PORRAS, D. (2001)

Menciona que la flotación se hace generalmente en disoluciones ligeramente ácidas o alcalinas, con un pH comprendido entre 4 y 11. La influencia es debido a su acción sobre las sales disueltas en la pulpa de flotación o procedente de disolución mineral, cambiando completamente la reacción entre ellos o alternando la solubilidad de los minerales y se sus productos de descomposición o modificando las reacciones entre los minerales y reactivos alternando la acción superficial y adsorción de los reactivos.

Densidad del líquido: Permite saber la cantidad de pulpa, o residuos se van a añadir al medio acuoso, se debe tener en cuenta el volumen de agua, el peso del mineral. Dicha pulpa, es una mezcla de una porción constituida por sólidos, (minerales molidos) el cual debe tener un tamaño de grano casi uniforme y la otra cantidad constituida por líquido que generalmente es agua.

Características de aireación

RUBINSTEIN, da a conocer:

Tamaño y velocidad de la burbuja

La velocidad de la burbuja en las columnas de flotación suele ser considerablemente mayor que la velocidad del flujo de la suspensión. Por lo tanto, las grandes características hidrodinámicas y, en consecuencia, de flotación se determinan por la velocidad de flujo de aire y el método de burbujeo. El caudal de lechada influye principalmente en el tiempo de retención de las partículas. Uno de los parámetros principales en la coalescencia y rotura de las burbujas, cuya cinética está determinada tanto por condiciones hidrodinámicas como físico-químicas. Con un aumento limitado de la altura de la columna, la distribución del tamaño de la burbuja en la parte superior de la celda tenderá a estabilizarse. El burbujeo medio de la burbuja, a una larga distancia del rociador no depende de

los parámetros del rociador y está determinado por la condición de mínima energía potencial. (1995, pág. 103)

$$d_b = \xi u_b^2 / 4g$$

Donde ξ : Coeficiente de resistencia a la burbuja, dependiente de la velocidad del aire superficial v_g

El tiempo requerido para establecer la distribución del tamaño de las burbujas, depende de la tasa de aireación, las concentraciones y propiedades de los tensoactivos y sólidos.

ALVAREZ (2012) considera que:

Para que exista una unión entre burbujas y partículas (Mineralización de las burbujas) deben ocurrir 3 mecanismos:

Colisión: Es aquella que está controlada por fenómenos hidrodinámicos y variables tales como: Diámetro de la burbuja, forma de la partícula, densidad del líquido y viscosidad.

Adhesión: Esta depende fuertemente de las condiciones cinéticas que participan en el proceso [...] Cuando la separación entre burbuja partícula es grande, las fuerzas hidrodinámicas son más predominantes. Al acercarse, las fuerzas moleculares en la película de agua que rodean la partícula, adquieren importancia. Estas son: Fuerzas de Vander Waals de atracción, Fuerzas eléctricas provenientes de la interacción, Hidratación de algunos grupos hidrofílicos sobre la superficie de las partículas.

Estabilización: hace referencia a que la unión partícula-burbuja, sea estable, es decir la probabilidad de que la partícula una vez adherida no se desprenda.

Residuos solidos

Según la ley general de residuos sólidos N° 27314: Son aquellas sustancias, productos o subproductos en estado sólido o semisólido de los que su generador dispone, o está obligado a disponer en virtud de lo establecido en la normatividad nacional o de los riesgos que causan a la salud y al ambiente para ser manejado a través de un sistema de manejo de residuos sólidos.

Material calcáreo

HERNANDES, J. et. al. Define:

En términos minerales, se refiere a todo mineral que contenga al anión carbonato (CO_3^{-2}) como parte de su estructura iónica fundamental. Esta asignación va también para sedimentos y rocas que incluyan este mineral como su componente más abundante (más del 50%) en su estructura. Esto puede llegar a darse, debido a la precipitación biótica o abiótica en solución acuosa de carbonatos de calcio, magnesio o hierro.

El carbonato de calcio ($CaCO_3$), es un polvo blanco insípido, con una dureza que no sobrepasa los 5 en la escala de Mohs. Depende mucho de la roca que esté formada, pero su densidad teórica es de 2.7 g/cm^3 y una composición química promedio de 59.96% de carbonato y 40.04% de calcio.

Algunas de las rocas que poseen como su más abundante componente al carbonato de calcio son: caliza, calcita, mármol, carbonatos, talcos, bentonita dolomita, calcita, arcillas. Estas se diferencian principalmente, por la concentración de carbonato de calcio que posean. (2015, Pp. 10-11)

Propiedades Físicas del carbonato de Calcio

HERNANDES, J. et. al. Sostiene:

El carbonato de calcio es un polvo blanco o cristales incoloros, inodoros e insípidos, insoluble en alcohol, con baja solubilidad en agua (1-2 mg/100 ml); altamente soluble en ácidos diluidos y cloruro de amonio. Su densidad es de 2.6 a 2.95 g/cm^3 de dureza 3 a 4 en la escala de Mohs. (2015, pág. 18)

Tamaño

SCHLEICHER (2012, pág. 1) Sostiene que:

La clasificación de las partículas según su tamaño, es mostrado en diferentes rangos en la variedad de la literatura. La clasificación es presentada de este modo:

Partículas ultra finas (UFP) $UFP < 0.1 \mu m$

Partículas finas (FP) $0.1 < UF \leq 2.5 \mu m$

Partículas gruesas (GP) $2.5 < GP \leq 100 \mu m$

Partículas ultra grandes (UGP) $UGP > 100 \mu m$

El tamaño de las partículas, es un parámetro que siempre se debe tener en cuenta, puesto que gracias a este, se logra obtener información sobre los procesos de formación, determina el tiempo de suspensión de las partículas en la atmosfera, permite saber además en que parte del sistema respiratorio se podrían depositar y tener una idea previa de las posibles enfermedades que puede ocasionar.

Características químicas

HERNANDES, J. et. al. Describe:

El carbonato de calcio es un mineral que reacciona al estar en contacto con ácidos diluidos desprendiendo CO₂.



Es un mineral que se descompone al calentarse a un intervalo de temperatura 825 – 1339° C formando óxido de calcio (cal viva). (2015, pág. 17)

La composición química y mineralógica del material mineral, varían de acuerdo al lugar de extracción ya que las características y composición de los suelos son distintas. Aunque generalmente, Este tipo de material particulado, está constituido por: Calcita (CaCO₃), Cuarzo (SiO₂), dolomita [CaMg(CO₃)₂], arcillas [especialmente caolinita Al₂Si₂O₅ (HO)₄, Hillita (K(Al,Mg)₃SiAl₁₀(OH)], Feldespatos [KAlSi₃O₈ y (Na,Ca)(AlSi)₄ O₈], y mínimas cantidades de sulfato cálcico (CaSO₄.2H₂O) y óxidos de hierro (Fe₂O₃) etc.

Estas partículas, viene a formar parte de las partículas de clasificación primaria, pues son emitidas directamente a la atmosfera. (AYORA. 2004, pág. 135)

De este modo actividades antropogénicas como la construcción, la minería, la fabricación de cerámicas o cementos, son fuentes de generación de este tipo de material durante los procesos de manipulación y transporte de materia prima.

Portlandita Ca(OH)₂

Es un hidróxido metálico también conocida como cal hidratada o cal apagada. Considerada como un compuesto inorgánico, producido por la mezcla de óxido de calcio con agua. Es considerada un alcalinizante, con un Ph de 12.4 y poco soluble en agua, que adopta una estructura polimérica, muy rara en su forma mineral.

Propiedades físicas y químicas

Estado físico a 40°C:	Sólido
Color:	Blanco en forma de polvo cristalino
Punto de fusión:	-273.15 °C
Punto de ebullición:	-273.15 °C
Densidad:	2.12 g/cm ³
Peso molecular:	74.093 g/mol

Fuente: [http://portales.puj.edu.co/doc-quimica/fds-labqca-dianahermith/Ca\(OH\)2.pdf](http://portales.puj.edu.co/doc-quimica/fds-labqca-dianahermith/Ca(OH)2.pdf)

Aplicaciones

Tiene diversas aplicaciones, debido a que se puede producir a gran escala y de precio favorable.

Este tipo de mineral, puede ser usado como floculante en tratamiento de aguas residuales, en agua dulce, para elevar su pH, de modo que se evite la corrosión de las tuberías al ser estas muy ácidas. Además, sirve como aditivo para el agua de mar, ya que reduce el CO₂ atmosférico y así mitigar el efecto invernadero.

Por otro lado, también es usado en la fabricación del papel en la etapa de kraft, donde se realiza la extracción de la pulpa. En equipos de buceo, como soporte de vida para la depuración del dióxido de carbono.

Es usado como un componente en el proceso de blanqueo y enyesado en la preparación de los morteros de cal. En la construcción de carreteras, la Portlandita sirve para mejorar la calidad de los suelos.

Se usa también, en la industria de refinado de petróleo para la fabricación de aditivos para aceites, así como también en la industria petroquímica para la fabricación de aceite sólido.

Por otro lado, Gutman (2007) afirma que:

El hidróxido de calcio puede ser tanto un agente antibacteriano como una barrera física a la penetración de bacterias denominada barrera epical para evitar la necrosis pulpar. Asimismo, puede utilizarse como matriz soluble sobre efectos de resorción o perforación durante el tratamiento endodóncico.

Es un insecticida natural alternativo, pues la mayoría de insectos rastreros mueren al tener contacto con este mineral, así como las pulgas, escarabajos y larvas.

BAUM (2013) Sostiene que:

La baja toxicidad y suavidad de sus propiedades básicas, esta base puede ser usada también en la industria alimentaria para: Aclarar el jugo crudo de caña de azúcar en la industria azucarera, hacer tortillas de maíz, ya que ayuda a que la harina de maíz se junte. Limpiar una salmuera de carbonatos de calcio y magnesio en la fabricación de sal para uso alimentario y la fabricación de sal para uso alimentario y farmacéutico. También sirve para la fabricación de jugos de fruta, tales como zumo de naranja y formula infantil.

1.4. Formulación del problema

1.4.1 Problema general

¿Cuánto el método de Nanoflotación, permite aprovechar los residuos de material calcáreo generados por la empresa Comacsa para la obtención de Portlandita?

1.4.1 Problema específico

¿En qué medida las densidades del material calcáreo tratado con Nanoflotación de aire son óptimas para la generación de Portlandita?

¿En qué medida se logrará determinar el porcentaje de Portlandita generadas mediante el método de Nanoflotación a un tiempo determinado?

1.5. Justificación del estudio

Justificación teórica

La presente investigación, propone un de tratamiento que permita el aprovechamiento de los residuos de material calcáreo, por medio de las nanoburbujas; con el cual se pretende disminuir los gastos, y potenciar las técnicas que ya se han implementado en las diferentes industrias como filtros de mangas, mallas, purificadores, entre otros, con la finalidad de solucionar también el problema de residuos de material calcáreo.

El método de nanoflotación, actúa por medio de nanoburbujas, las cuales pueden adherirse fácilmente a este tipo de contaminantes, porque encuentran en estado coloidal, es decir poseen una carga eléctrica, debido a su movimiento al aplicarles un campo eléctrico. El signo de esta carga primaria, puede ser positivo o negativo, aunque la mayor parte de los coloides de las aguas residuales, desarrollan una carga primaria negativa. [...] esta carga, está en función de la partícula y del medio en el que se disuelve. [...] El signo y magnitud de la carga está frecuentemente afectada por el pH y el contenido iónico de la fase acuosa. Lo cual garantiza su efectividad y eficiencia. (AGUILAR, 2002 pág. 23).

De este modo, se busca generar un subproducto partiendo de los residuos del material particulado calcáreo, sus componentes por medio de reacciones químicas y las nanoburbujas.

Justificación metodológica

Para lograr cumplir con los objetivos planteados, se eligió la empresa en la que se realizará el estudio. Se realizó un reconocimiento del proceso y los puntos críticos de liberación de partículas. Este estudio, consta de una parte experimental en la que se trabajan con muestras tomadas de la empresa COMACSA, para evaluar la composición de los productos y muestras obtenidas de los puntos críticos.

Dichas muestras, serán sometidas a tratamiento por el método de flotación, introduciendo nanoburbujas, a través de un generador de micro - nanoburbujas, de diferentes gases, como oxígeno, aire y ozono.

Con los gases antes mencionados, se pretende llegar a obtener respuestas acerca de su eficiencia con cada uno. Este es un tratamiento, que apunta a disminuir costos y el tiempo de tratamiento de estos polvos de característica acumulable. Teniendo en cuenta la reutilización del agua, puesto que los tratamientos se harán con ciclos cerrados de agua.

Además, a través de la determinación de las concentraciones y tipos de material calcáreo, se pretende hacer un análisis más profundo a cerca de su composición, mediante la difracción de rayos X.

Justificación práctica

Este estudio, permitirá mostrar resultados concretos acerca la aplicación del método de nanoflotación. Con la finalidad de reducir el problema de material calcáreo recolectado de los puntos críticos del proceso productivo y evitar su liberación al medio en el que vivimos. La empresa COMACSA, se encuentra en una zona urbana en la que se encuentran establecidos numerosos centros de estudios como universidades, academias, colegios, y viviendas.

Con la investigación, se plantea una técnica con la que se pretende minimizar este problema ambiental, teniendo en cuenta que al estar expuestos a la liberación de material calcáreo, por los diferentes factores de dispersión, se pone en riesgo la salud y calidad de vida de las personas, por la generación de enfermedades respiratorias. El ministerio de Salud, por medio de la dirección General de Salud, en el 2012, presentó los resultados del II estudio de Saturación de calidad del aire de Lima Metropolitana y Callao, en el cual se señala a Lima, como una ciudad donde predomina la suspensión de partículas en el aire, el cual está asociado a emisiones de humo de los vehículos, industrias y fábricas, polvos.

Este tratamiento, también permite analizar la composición del material calcáreo, aprovechando su estado coloidal y manipular estos datos, de manera que se busque obtener un beneficio, mediante la generación de un subproducto en base a la composición química de este tipo de residuos. Además, esta investigación otorgará a la empresa una alternativa de solución y podrán evaluar la posibilidad de implementar esta técnica, que permitirá solucionar, aprovechar y gestionar los residuos que generan.

1.6. Hipótesis

1.6.1 Hipótesis general

Hi: El método de Nanoflotación permite aprovechar los residuos de material calcáreo generados por la empresa Comacsa para la generación de Portlandita.

Ho: El método de Nanoflotación no permite aprovechar los residuos de material calcáreo generado por la empresa Comacsa para la generación de Portlandita.

1.6.2 Hipótesis específicas

- Las densidades del material calcáreo tratado con Nanoflotación de aire son óptimas para la generación de Portlandita
- La cantidad de Portlandita obtenida permitirán saber la efectividad del método de Nanoflotación a un tiempo determinado.

1.7. Objetivos

Objetivo general

Lograr el aprovechamiento de los residuos de material calcáreo generados por la Empresa Comacsa, mediante la Nanoflotación, para la generación de Portlandita, a fin de disminuir el impacto ambiental en Los Olivos.

Objetivos específicos

- Determinar la densidad del material calcáreo tratado con Nanoflotación de aire son óptimas para la generación de Portlandita.
- Determinar el porcentaje de Portlandita generadas mediante el método de Nanoflotación a un tiempo determinado.

II. MÉTODO

2.1. Tipo y Diseño de investigación

2.1.1. Tipo

Estudio aplicado: Tiene como propósito corroborar la teoría de manera directa, en un campo concreto de aplicación. El investigador que realiza investigación aplicada tiene mayor interés en la corroboración de la teoría [...]. Aporta al conocimiento organizado. (MORENO, M. 1987, pág. 37)

2.1.2. Diseño

Pre- experimental: Se da cuando solo realiza medición después de aplicar el tratamiento. Se analiza a una sola variable y consiste en administrar un tratamiento o estímulo en la modalidad de post prueba. (LERMA, H. 2016, pág. 143)

O_1	X	O_2
-------	-----	-------

Donde:

X = Método de Nanoflotación

O_1 = Medición antes del método de Nanoflotación

O_2 = Medición después del método de Nanoflotación

Para la presente investigación, la variable independiente, viene a ser el uso o aplicación del método de Nanoflotación. Por lo que se ha realizado diferentes análisis, que permitan ver los resultados de la aplicación de dicho método en los residuos de material calcáreo.

2.1.3. Nivel

Explicativo: Centra su atención en la comprobación de hipótesis causales. Busca descubrir las causas que originan determinados comportamientos o acontecimientos y/o intenta hacer comprender la realidad a través de las leyes o teorías. (AVILA, L. 2006, pág. 43)

2.2. Variables y Operacionalización

Variable independiente: Uso del Método de nanoflotación

Variable dependiente: Residuos de material calcáreo aprovechado (Portlandita)

2.2.1. Identificación de las variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDADES
Independiente: Uso del Método de Nanoflotación	Es un proceso que tiene lugar en tres etapas (liquido, solido, gaseoso) basado en propiedades fisicoquímicas, que permite la separación y concentración de especies minerales a través de la inyección de Micro-nanoburbujas de un determinado gas (aire) que por su tamaño 10^{-6} a 10^{-9} micras, lo cual aumenta la eficiencia del método de flotación convencional. (NGUYEN Y JOACHIM, 2003)	El proceso de Nanoflotación fue determinado por las características y condiciones de operación de las micro-nanoburbujas	Características de las Micro-nanoburbujas	- Diámetro	μm
				- Tiempo de residencia	min
				- Velocidad de ascenso	cm/s
				- Presión interna	atm
				- % de recuperación	%
				- Numero de burbujas por gota	
				- Tiempo de tratamiento	min
				- Presión del gas	atm
				- Tipo de gas	
				- Energía	V
			Condiciones de operación	- Conductividad eléctrica	mS/l
				- pH	7-14
				- Densidad del sólido	g/cm^3
				- Temperatura	$^{\circ}C$

Dependiente: Residuos de material calcáreo aprovechados (Portlandita)	Es una base de fórmula Ca(OH)_2 que forma parte de los hidróxidos metálicos se encuentra muy rara vez en su forma natural como tal, que se encuentra en algunas rocas volcánicas y metamórficas. Es usado comúnmente en la fabricación de cemento, disolventes y limpiadores.	Residuos de material calcáreo aprovechado (Portlandita) fueron determinados por las características físico-químicas y los análisis de DRX.	Cantidad y Características de los residuos	- Tamaño	μm
				- Concentración de elementos químicos en la muestra	mg/Kg
				- Porcentaje de Concentración de compuestos en la muestra	%
			Cantidad y Características Físico-químicas de la Portlandita	- Conductividad eléctrica	mS/l
				- pH	7-14
				- Densidad del sólido	g/cm^3
				- Temperatura	$^{\circ}\text{C}$
				- Cantidad	%
				- Porcentaje de Concentración de compuestos en la muestra	%

2.3. Población, muestra y muestreo

2.3.1. Población

La población de este proyecto de investigación, está representada por los residuos generados de la producción diaria de 1200 ton. De la empresa Comacsa. Los residuos representan el 3% de la producción diaria, equivalente a 36 ton.

2.3.2. Muestra

Se tomó 1 muestra de la planta de beneficio, que alberga la empresa, localizando los puntos donde hay mayor liberación de residuos, como son: la descarga de los filtros de manga de cada proceso, la descarga de material calcáreo para el envasado y de las barredoras que recorren toda el área de producción. La muestra tiene un peso de 400 gr.

400 gr <> 0.4 kg<> 0.0004 ton

2.3.3. Muestreo:

El muestreo es no probabilístico. El método de muestreo, fue a través del recorrido del sector productivo de la empresa. La muestra fue tomada de la planta de beneficio, que viene a ser la planta más grande y la de mayor producción. Se detectaron los puntos críticos, es decir donde hay mayor liberación de residuos calcáreos con la compañía del Gerente de producción, el Ingeniero Víctor Carlín. Se procedió a tomar las muestras en una bolsa hermética, con el reverso de la bolsa y luego volteándola para cerrarla. Inmediatamente, las bolsas fueron rotuladas con el tipo de material y la hora. (Ver anexo 8)

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, Validez y confiabilidad

ETAPA	FUENTE	TÉCNICA	INSTRUMENTO	RESULTADO
Diagnóstico del lugar	Área de producción de Comacsa	Observación	Guía de entrevista (Ver anexo 1)	Datos detallados de la empresa
Toma de muestra inicial de material calcáreo	Área de producción de Comacsa	Observación	Hoja de toma de muestra (Ver anexo 2)	Muestras Rotuladas Resultado de análisis
Tratamiento con Nanoflotación	Laboratorio UCV	Observación	Hojas de registro de aplicación del tratamiento (Ver anexo 3A, 3B, 3C)	Material calcáreo tratado
Toma de muestra final	Laboratorio UNMSM	Experimentación	Hojas de registro de análisis final (Ver anexo 4A, 4B)	Obtención de un subproducto
Comparación y análisis de resultados	Gabinete	Análisis de documentos	Hoja de comparación de resultados del tratamiento. Datos estadísticos Software SPSS (Ver anexo 5)	Subproducto

2.4.1 Descripción

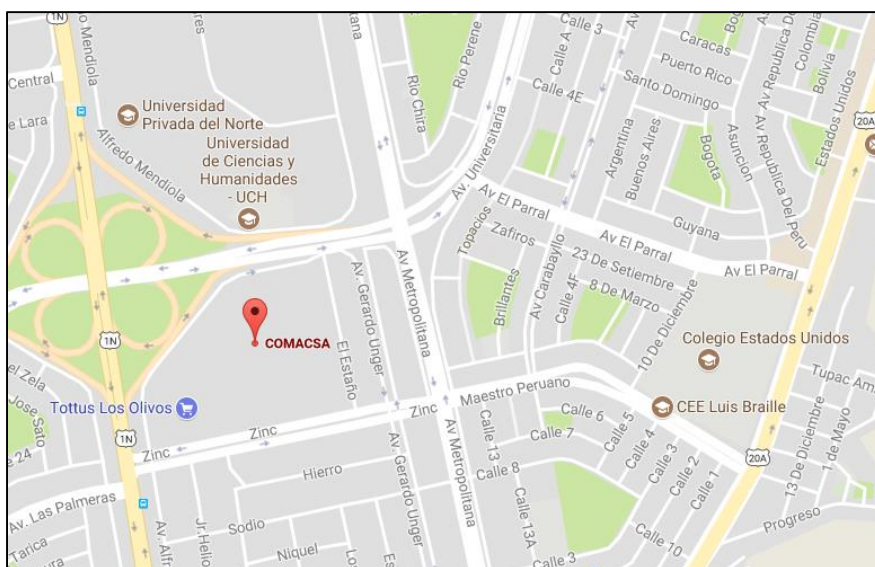
A) Diagnóstico del lugar

La Compañía minera de Agregados Calcáreo S. A. (Comacsa) cuenta con 5 plantas que siguen procesos de transformación física similares. Cada planta, procesa diferentes materiales los cuales son: Granallas, calimas, cemento blanco, Bentonitas, carbonatos, calcitas, dolomitas, talcos y yeso. Cada planta cuenta con un filtro de mangas que recoge diariamente 600 kg de material calcáreo por planta. Y la producción diaria general, es de 1200 ton. De todo este proceso, se generan un 3% de residuos, equivalente a 36 ton.

• Ubicación

La empresa Compañía Minera Agregados Calcáreos S.A. (COMACSA) se encuentra ubicada en Av. Universitaria 6330 Z. I. Infantas, Los Olivos – Lima.

Distrito que tiene una población de 371 229 habitantes según el INEI 2015. La empresa se encuentra rodeada de Universidades, colegios, viviendas; es decir, en una zona muy transitada.



Fuente: Google Maps
Figura N° 2. Mapa de Ubicación

• Datos y Producción

La Compañía Minera Agregados Calcáreos S. A. (COMACSA) es una empresa minera fundada en 1948, que se dedica a la prospección, extracción y beneficio de minerales no metálicos como: carbonatos, talcos, granallas, galifinos, caulines, cuarzos, bentonita, entre otros. Los cuales son productos

de sus 5 plantas: Planta de beneficio de minerales, planta de cemento blanco, Planta de pastas y cerámicas, Planta de mezclado y la planta de Calima. Tiene una extensión de más de 60 000 m².



Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=rTBeLaYllj8&t=109s>

Figura N° 3. Empresa Comacsa

Según los datos recolectados en la visita técnica, La empresa hoy en día está muy comprometida con la calidad del aire, por ello cada una de las plantas de producción cuenta con un filtro de mangas y un proceso de succión, los cuales permiten la recolección de partículas finas y evitan la propagación de material calcáreo fino en los puntos críticos identificados a lo largo de los procesos, es decir en la etapa de las fajas transportadoras, el ingreso de materia prima para el chancado, descarga de los filtros de mangas. (Ver anexo 8) No obstante, ellos afrontan un problema a que deriva de la solución del primero y es el tema de residuos de material calcáreo. Ya que su producción diaria es de 1200 toneladas de las cuales, viene a ser considerados residuos del 3 a 5% lo que significa que por mes, se obtiene 36 000 Kg de material calcáreo en residuos, sumado a ello, recolectan de 6 a 11 kg de polvos de las dos barredoras que circulan por toda la planta, que son producto del desplazamiento de los vehículos a lo largo de las extensiones de la empresa. Este tipo de residuos, ya no puede ser comercializado como los demás a mayor escala, ya que no cumplen con los estándares de calidad que se le exige.



Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=rTBeLaYIlj8&t=109s>

Figura N° 4. Patio de minerales de la empresa Comacsa



Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=rTBeLaYIlj8&t=109s>

Figura N° 5. Descarga de materia prima



Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=rTBeLaYIlj8&t=109s>

Figura N° 6. Patio de minerales y residuos

- **Servicios**

Ofrecen insumos y derivados, al sector industrial, petrolero, minero, y la industria de la construcción. La producción a gran escala y calidad de sus productos, ha permitido la exportación de los mismos, a los mercados de América del Norte, América del Central, el Caribe y América del Sur.

La Empresa, cuenta con 468 trabajadores, quienes pasan exámenes médicos anuales. Todos cuentan con los equipos de protección personal (EPP).

B) Toma de muestras y análisis inicial

La muestra (Carbonato de Calcio CaCO_3) fue tomada ubicando previamente los puntos críticos, es decir de la descarga de material de los filtros de mangas, que es donde se genera más derrames de material calcáreo que tiende a dispersarse en el aire; así mismo de la planta de mayor producción, siendo esta la Planta de Beneficio de Minerales.

Se tomaron 400 gramos de muestra, en una bolsa hermética, debidamente rotulada, de los cuales, 10 gr fueron sometidos a un análisis de Difracción de Rayos X (DRX) Y Fluorescencia de Rayos X (FRX).

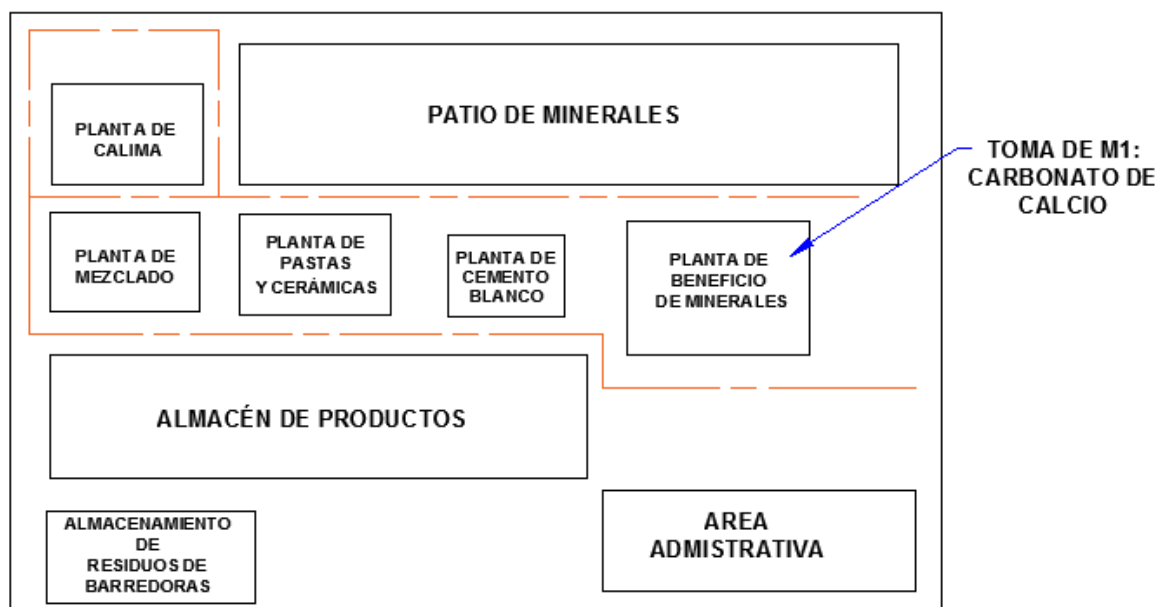
La empresa Comacsa, cuenta con 5 plantas de producción, de las cuales se obtienen diferentes productos, siguiendo el mismo proceso de transformación física. La muestra fue tomada a criterio de la planta más grande de la empresa, llamada planta de beneficio de minerales, por ser la que produce mayor cantidad de material calcáreo (Carbonato de calcio, Baritina, Talco,

Calcitas) a diferencia de las otras 4 plantas. Se identificaron los puntos de mayor liberación de polvo, como son: La descarga de los filtros de manga, la descarga de material calcáreo para el envasado, la etapa de molienda y de las barredoras que recorren toda el área de producción.

Para la recolección de la muestra, se desarrolló el siguiente procedimiento:

- Se adquirió el Seguro Complementario de Trabajo de Riesgo (SCTR), para tener acceso a las Plantas de producción.
- Se hizo uso de Elementos de Protección Personal para el ingreso a la empresa.
- Se inició el recorrido por las plantas de producción a fin de conocer el proceso que sigue cada una de ellas.
- Se identificaron los puntos de mayor liberación de polvo y partículas sedimentables, para la posterior toma de muestra.
- Se realizó la toma de muestra en una bolsa hermética, debidamente rotulada, en los puntos críticos, identificados en la planta de beneficio de minerales de la planta de producción.

ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN DE LA EMPRESA COMACSA



Fuente: Empresa Comacsa

Figura N° 7. Esquema de distribución de la Empresa Comacsa

La muestra que se tomó fue:

- Muestra de Carbonato de Calcio (CaCO_3)

La muestra de Carbonato de Calcio, fue extraída del patio de minerales, donde se realiza la descarga de materia prima y la descarga de los residuos extraídos de los filtros de manga, que es donde se genera mayor derrame. Estos permanecen en el patio al aire libre y expuesto al viento y la lluvia.



Figura N° 8. Muestra de Carbonato de Calcio

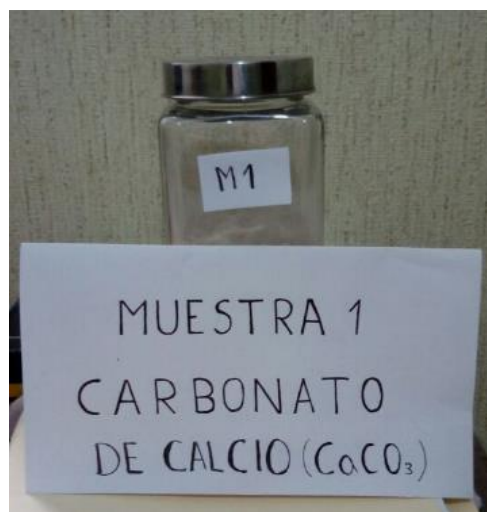


Figura N° 9. Muestra de Carbonato de Calcio.

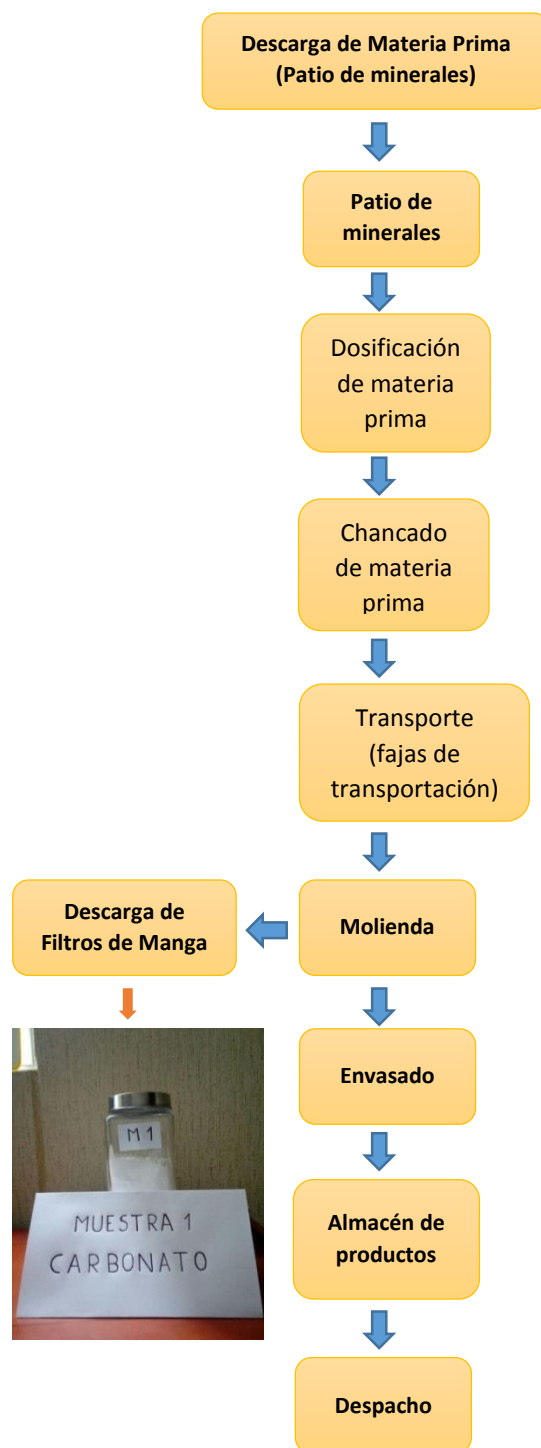


Figura N° 10. Diagrama de flujo de la planta de beneficio de material calcáreo.

Fuente: empresa COMACSA.

C) Tratamiento con Micro - nanoburbujas

Para el tratamiento, se prepararon 2 soluciones iniciales de 1 litro: Una de agua destilada más 25 gramos de Carbonato de Calcio (Muestra 1) y la segunda de Agua destilada más Hidróxido de Sodio (NaOH).

Para el estudio, Se hicieron 3 repeticiones, variando la concentración de la segunda muestra a 0.5N, 1N Y 2N.

El tiempo de tratamiento fue de 1 hora, en las 3 repeticiones. Dichas soluciones, fueron conectadas al microrreactor e inyección de aire, seguido de un sensor de flujo y una bomba para impulsar el paso del agua al envase de flotación. En cada repetición, se tomaron 3 muestras a 20 minutos, 40 minutos y 60 minutos finalmente.

Se midieron parámetros de pH y Conductividad Eléctrica, antes y después del tratamiento a todas las muestras.

La muestras, pasaron por una etapa de filtración y secado por 13 horas a 40 °C. Y posteriormente recolectadas, para someterlas a análisis de difracción fluorescencia de Rayos X.

Tabla N° 1: *Tabla de número de muestras analizadas por el método de Micro-nanoburbujas*

MUESTRA INICIAL	Nº DE MUESTRAS	Nº DE TRATAMIENTOS
CaCO ₃	M1 (0.5N)	M1 (20 min)
		M1 (40 min)
		M1 (60 min)
	M2 (1N)	M2 (20 min)
		M2 (40 min)
		M2 (60 min)
	M3 (2N)	M3 (20 min)
		M3 (40 min)
		M3 (60 min)

D) Comparación y análisis de resultados

Se procedió en primer lugar con la comparación de los parámetros tomados inicial y finalmente.

Con los resultados obtenidos de los análisis de Difracción y fluorescencia de rayos X previos y posteriores al tratamiento, se hizo la comparación con la que se determinó la eficiencia del método de Nanoflotación en cuanto a la generación de Portlandita.

2.4.2 Validez y confiabilidad

La validez de los instrumentos, estará respaldada por el criterio y conocimiento de los jueces especialistas en el tema abordado, conformado por los ingenieros, Jhonny Viverde Flores, Gianmarco mendoza mogollon, Juan Peralta Medina, a través de los instrumentos siguientes:

- Guía de entrevista (Anexo 1)
- Hoja de toma de muestra (Anexo 2)
- Hojas de registro de aplicación del tratamiento (Anexos 3A, 3B Y 3C)
- Hojas de registro de análisis final (Anexo 4A Y 4B)
- Hoja de comparación de resultados del tratamiento (Anexo 5)

La confiabilidad de la investigación, fue medida por el Alfa de Cronbach. Este coeficiente analiza concretamente la consistencia interna de la escala como una dimensión de su fiabilidad mediante el cálculo de la correlación entre un conjunto de ítems midan el mismo constructo. El valor del Alfa de Cronbach, puede oscilar entre 0 y 1. Cuanto más cerca se encuentre el valor del alfa a 1, mayor es la consistencia de los ítems analizados, aumentando así la fiabilidad de la escala. El alfa de Cronbach, se logró determinar, mediante el programa SPSS y se obtuvo el siguiente resultado.

Los elementos que se tuvieron en cuenta al analizar los instrumentos, son: Objetividad, actualidad, organización, suficiencia, Intencionalidad, consistencia, coherencia, metodología y pertinencia. La consistencia de los elementos analizados en este caso es 0.923. (Ver anexo 10)

Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
,918	,923	9

2.5. Métodos de análisis de datos

2.5.1. Excel:

Se utilizó para la recolección de datos, que se puedan observar de manera más ordenada y la generación de gráficos, que permitan entender mejor los resultados obtenidos durante el desarrollo de la investigación.

2.5.2. Estadística:

Se hizo uso de la estadística, para determinar la prueba de hipótesis, con la finalidad de determinar si existe suficiente evidencia en la muestra obtenida para inferir que cierta condición es válida para toda la población.

2.6. Aspectos éticos

Se contó con la aprobación y autorización del ingeniero Víctor Carlín, Gerente de producción de la Empresa Comacsa, con la finalidad de obtener los datos necesarios para la investigación. Dicha información, fue proporcionada con carácter confidencial, es decir no hacer uso de los datos para otros fines. El permiso quedó corroborado, mediante una carta de permiso emitida por la Universidad Cesar Vallejo – Lima Norte.

III. RESULTADOS

3.2 Análisis iniciales de material calcáreo

A la muestra de Carbonato de calcio (CaCO_3), se le realizó análisis de fluorescencia de rayos X (FRX), con la finalidad de saber los elementos y compuestos que contiene. El análisis, se realizó en un Espectrómetro de Fluorescencia total de Rayos X marca BRUKER, modelo S2-PICOFOX.

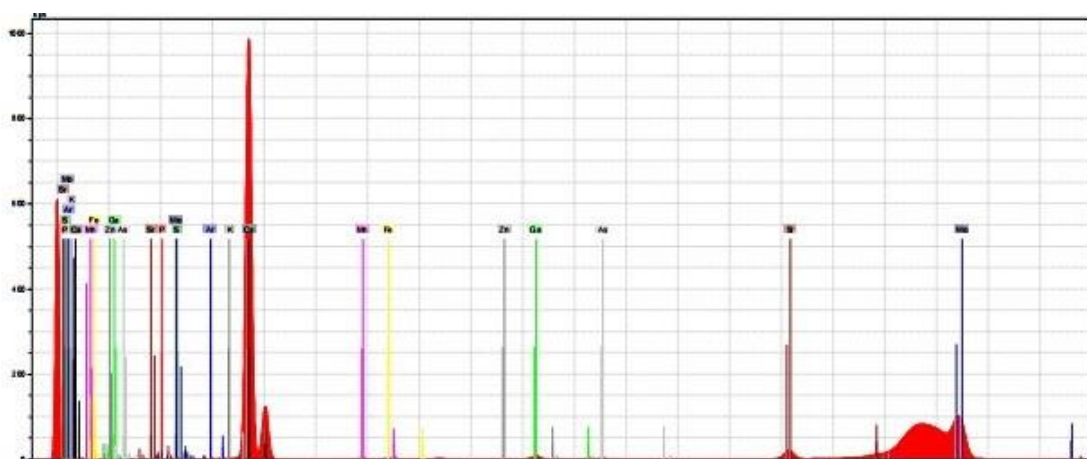


Figura N° 11. Espectro de la muestra inicial, con los respectivos elementos detectados en el análisis de Fluorescencia de Rayos X (FRX)

Tabla N° 2. Porcentaje en peso de los elementos presentes en la muestra

MUESTRA	Elemento	Conc. mg/kg
M2017-037-001-MUESTRA1	Fosforo (P),	2009
	Azufre (S),	516.2
	Potasio (K)	168.6
	Calcio (Ca)	159230
	Manganeso (Mn)	82.9
	Hierro (Fe)	125.5
	Zinc (Zn)	7.4
	Arsénico (As),	27.2
	Estroncio (Sr)	359.4

Fuente: Facultad de Ciencias Físicas - UNMSM

Para determinar los componentes que tiene la muestra, se realizó también un análisis de Difracción de rayos X (DRX) en el que se observan los siguientes compuestos.

Tabla N° 3. *Principales fases presentes en la MUESTRA 1*

Muestra	Fase	% W
M2017-037-001 - MUESTRA1	<i>Calcite</i> <i>(CaCO₃)</i>	95.9
	<i>Aragonite</i> <i>(CaCO₃)</i>	1.3
	<i>Calcium</i> <i>(Ca)</i>	2.2
	<i>Carbon</i> <i>(C)</i>	0.6

Fuente: Facultad de Ciencias Físicas - UNMSM

3.3 Tratamiento con Nanoflotación

- Se prepararon dos soluciones de 1 litro cada una de las muestras (M1, M2 y M3). La primera, de agua destilada más 25 g CaCO₃ y la segunda solución, de agua destilada más NaOH a una concentración de 0.5N, 1N y 2N.
- Luego, se procedió a abrir las válvulas, para dejar que ambas soluciones se mezclen al conectarse al equipo Microreactor y generador de Micro-nanoburbujas.
- Seguidamente, Ambas soluciones fluyen hasta llegar a la columna de flotación, impulsadas por una bomba. Dicho flujo, fue registrado por un sensor de flujo.
- Una vez, que las soluciones empiezan a fluir por las mangueras hacia el equipo, se conecta la manguera de presión que viene de la compresora hacia el equipo a una presión de 90 PSI.
- El tratamiento, tuvo una duración de 1 hora, para cada una de las muestras y se tomaron a 20, 40 y 60 min de iniciado el tratamiento por muestra.



Figura N° 12. Muestra 1, tomadas a 20, 40 y 60 minutos



Figura N° 13. Muestra 3. Muestras Tomadas a 20, 40 y 60 minutos.

- Seguidamente, usando un gotero, se separó una alícuota de cada una de las muestras, para poder determinar la cantidad de las micro-nanoburbujas, usando un microscopio trinocular MOD. BM-120 T-LUZ LED y el diámetro de las mismas, con el software Digital Cam. Donde se observó una cantidad de 52 burbujas por gota aproximadamente, con un diámetro promedio de $1.832 \mu\text{m}$.

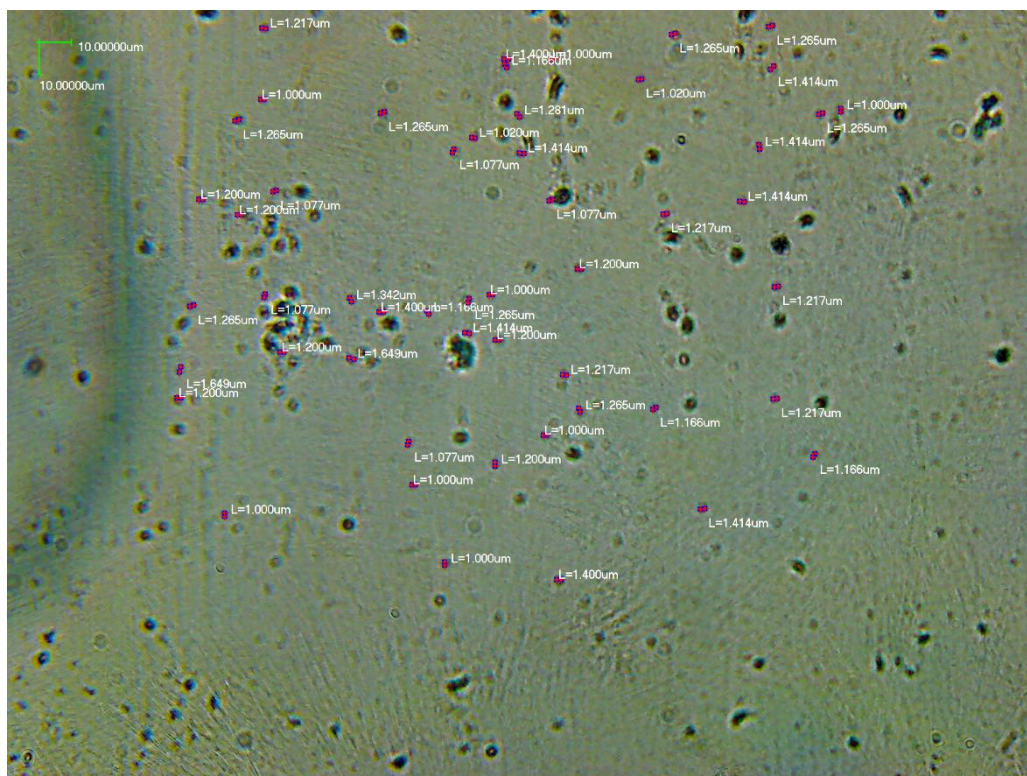


Figura N° 14. Medición de Micro-Nanoburbujas por gota

- A cada una de las muestras, se le determinaron diferentes parámetros al inicio y al final del tratamiento. Por lo que a cada una de las muestras, se le midió el pH y la conductividad eléctrica.

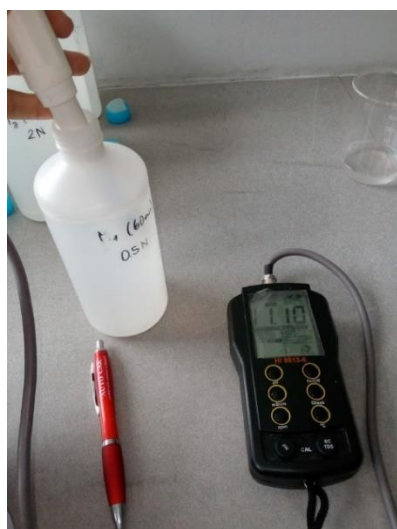


Figura N° 15. Conductividad Eléctrica de la solución de NaOH a 0.5N para 2 litros de agua a 60 minutos del tratamiento. Muestra 1



Figura N° 16. pH de la solución de NaOH a 2N para 2 litros de agua a 60 minutos de tratamiento. Muestra 3

- Seguidamente, las 9 muestras, fueron filtradas para poder proceder al proceso de secado.



Figura N° 17. Proceso de filtrado de la muestra 2 (500 ml) a 1N a 60 minutos del tratamiento.

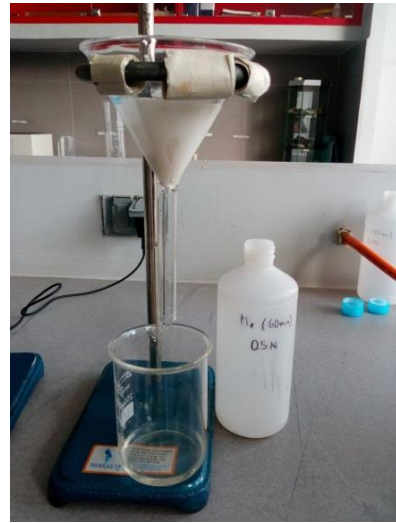


Figura N° 18. Proceso de filtrado de la muestra 1 (500 ml) a 0.5N a 60 minutos del tratamiento.



Figura N° 19. Proceso de filtrado de la muestra 3 (500 ml) a 2N a 60 minutos del tratamiento.



Figura N° 20. Proceso de secado de la muestra 1 (500 ml) a 0.5N a 60 minutos del tratamiento.

- Las muestras, llevadas al horno a una temperatura de 40°C para ser secadas por un periodo de 13 horas.



Figura N° 21. Horno de secado a 40°C.

- Finalmente, una vez extraídas las muestras secas del horno, fueron recolectadas en bolsas herméticas, de las cuales se eligieron solo 3 de las 9 muestras obtenidas del proceso de secado. Las muestras elegidas, fueron la M1 (60 min), la M2 (60 min) y la M3 (60 min), debido que estas estuvieron sometidas a mayor tiempo de tratamiento.



Figura N° 22. Muestra 3 en polvo, finalizado el proceso de secado.

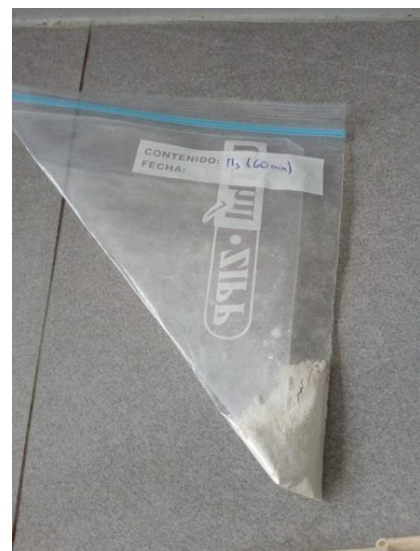


Figura N° 23. Proceso de secado de la muestra 2 (500 ml) a 1N a 60 minutos del tratamiento.

3.3.2 Muestra 1

Una vez finalizado el tratamiento, a las muestras, se le determinaron los siguientes parámetros.

Tabla N° 4: *Parámetros medidos a la muestra 1*

	N° DE MUESTRA		CONCENTRACION DE NaOH EN 2 L DE AGUA	
	1		0.5N	
	TIEMPO DE TRATAMIENTO (min)			
PARAMETROS	Inicial	20	40	60
Temperatura (° C)	25	25	25	25
Conductividad eléctrica (ms/cm)	10.8	11.10	11.09	11.10
pH	11	11.20	11.45	11.60
Densidad (g/cm3)	2.72	2.39	2.28	2.35

Fuente: Elaboración propia

3.3.3 Muestra 2

Tabla N° 5: *Parámetros medidos a la muestra 2*

	N° DE MUESTRA		CONCENTRACION DE NaOH EN 2 L DE AGUA	
	2		1N	
	TIEMPO DE TRATAMIENTO (min)			
PARAMETROS	Inicial	20	40	60
Temperatura (° C)	25	25	25	25
Conductividad eléctrica (ms/cm)	11.29	11.43	11.40	11.41
pH	11.8	11.75	11.80	12.10
Densidad (g/L)	2.75	2.74	2.63	7.71

Fuente: Elaboración propia

3.3.4 Muestra 3

Tabla N° 6: *Parámetros medidos a la muestra 3*

	N° DE MUESTRA		CONCENTRACION DE NaOH EN 2 L DE AGUA	
	3		2N	
	TIEMPO DE TRATAMIENTO (min)			
PARAMETROS	Inicial	20	40	60
Temperatura (° C)	25	25	25	25
Conductividad eléctrica (ms/cm)	11.5	11.73	11.75	11.74
pH	12	12.25	12.30	12.40
Densidad (g/L)	2.74	2.15	2.26	2.20

Fuente: Elaboración propia

- En la aplicación del método de Nanoflotacion, se tomaron en cuenta los siguientes cálculos, para cada una de las muestras finales analizadas.

Tabla N° 7: *Parámetros de las muestras, para el método de Nanoflotación*

N° DE MUESTRA	DIAMETRO DE LA MICRO-NANOBURBUJA	DENSIDAD DEL LIQUIDO (kg/L)	VELOCIDAD DE ASCENSO	PRESION INTERNA DE LAS NANOBURBUJAS
1	1.091 μm	9.94E-03	$1.1469 \times 10^{-6} \text{ cm/h}$	2.6340 atm
2	1.585 μm	9.33E-03	$4.580 \times 10^{-6} \text{ cm/h}$	1.8132 atm
3	1.288 μm	1.58E-02	$5.1220 \times 10^{-6} \text{ cm/h}$	2.2313 atm

Fuente: Elaboración propia

Se obtuvo una muestra, de Carbonato de Calcio, y a través de su fórmula química, se pudo llegar a determinar la reacción teórica que se generó dentro del Microreactor (Ver anexo 8). Para la obtención de Portlandita, se utilizaron adicionalmente agua destilada, para evitar alteraciones en los resultados e Hidróxido de Sodio, para aumentar el pH de la solución.

Las reacciones, permiten calcular la masa en gramos tanto de los reactivos como de los reactantes a través de la siguiente formula

$$n = \frac{w}{PM}$$

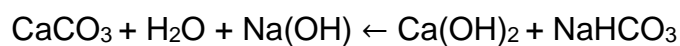
Dónde:

n : Numero de moles

w : Masa en gramos

PM : Peso molecular

- Carbonato de calcio



Cálculo de Masa (gr)

$$\text{CaCO}_3 = 100 \text{ gr/mol} \times 1 \text{ mol} = 100 \text{ gr}$$

$$\text{H}_2\text{O} = 18 \text{ gr/mol} \times 1 \text{ mol} = 18 \text{ gr} <> 18 \text{ ml}$$

$$\text{NaOH} = 40 \text{ gr/mol} \times 1 \text{ mol} = 40 \text{ gr}$$

$$\text{Ca(OH)}_2 = 74 \text{ gr/mol} \times 1 \text{ mol} = 74 \text{ gr}$$

$$\text{NaHCO}_3 = 84 \text{ gr/mol} \times 1 \text{ mol} = 84 \text{ gr}$$

3.4 Toma de muestra final

- Se realizaron 3 análisis de difracción de rayos X (DRX) para poder determinar los componentes de cada una de las muestras. Dichas muestras, fueron codificadas tal como se detalla en la tabla 2.

Tabla N° 8: Codificación de las muestras medidas y analizadas

Código LDRX	Código Solicitante
M2017-037-001-M1-40MIN	M1-40MIN
M2017-037-002-M2-60MIN	M2-60MIN
M2017-037-003-M3-60MIN	M2-60MIN

Fuente: Universidad Nacional Mayor de San Marcos

- Muestra 1 (M1)**

Se identificaron principalmente las fases Calcite (CaCO_3), aragonite (CaCO_3), Calcium (Ca), Carbon (C). Para estimar y verificar el porcentaje en peso (%W) de las principales fases identificadas, se utilizó el método Rietved, donde dichos valores se observan en la tabla N° 02.

Tabla N° 9: Principales fases presentes en la muestra M2017-037-002-40MIN

Muestra	Fase	% W
M2017-037-002-M1-40MIN	<i>Calcite (CaCO_3)</i>	95.9
	<i>Aragonite (CaCO_3)</i>	1.8
	<i>Calcium (Ca)</i>	2.1
	<i>Carbon (C)</i>	0.2

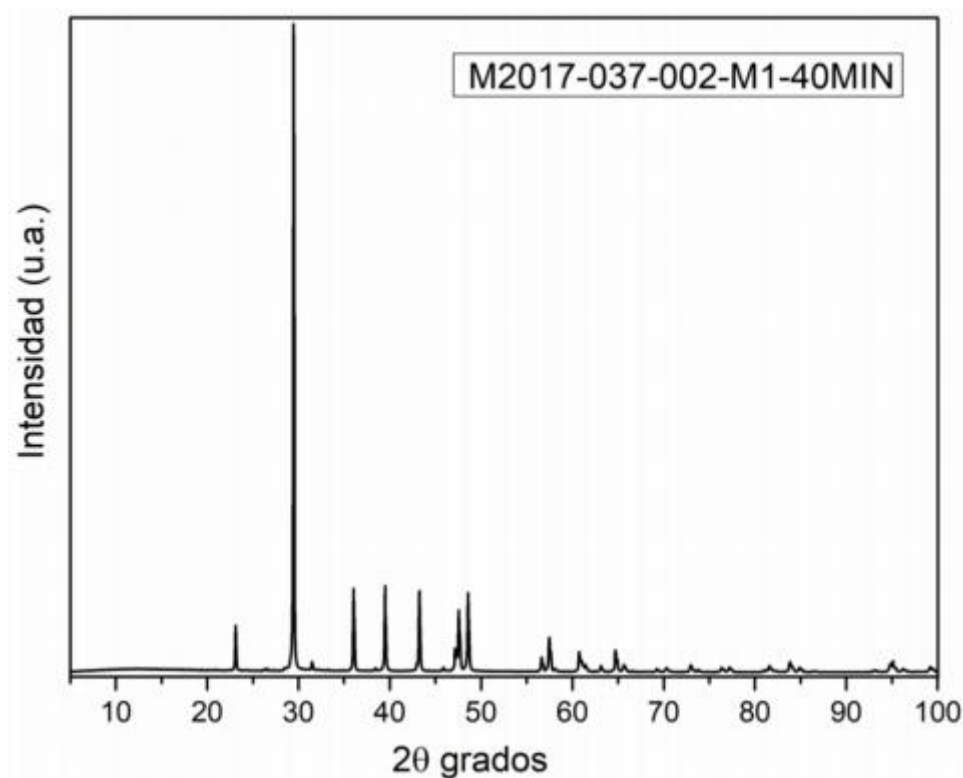


Figura N° 24. Dictograma de la muestra M2017-037-002-M1-40MIN

- **Muestra 2 (M2)**

Se identificaron principalmente las fases Calcite (CaCO_3), aragonite (CaCO_3), Calcium (Ca), Carbon (C). Para estimar y verificar el porcentaje en peso (%W) de las principales fases identificadas, se utilizó el método Rietved, donde dichos valores se observan en la tabla N° 02.

Tabla N° 10: Principales fases presentes en la muestra M2017-037-003-60MIN

Muestra	Fase	% W
M2017-037-003-M2-60MIN	Calcite (CaCO_3)	97.9
	Aragonite (CaCO_3)	1.6
	Calcium (Ca)	0.3
	Carbon (C)	0.2

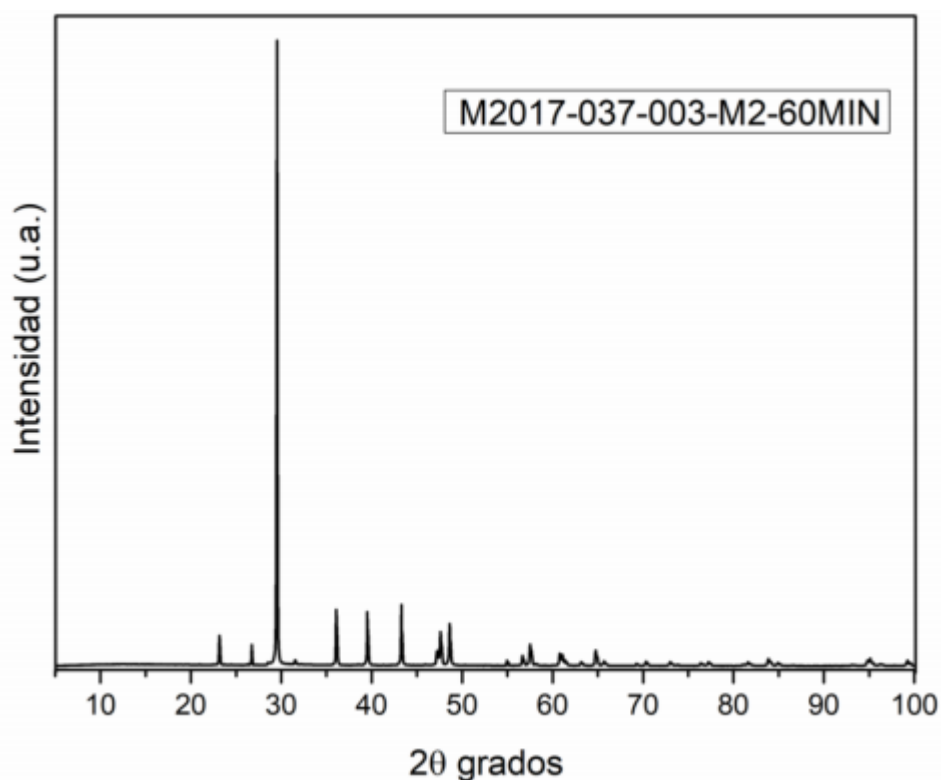


Figura N° 25. Dictograma de la muestra M2017-037-003-M2-60MIN

- **Muestra 3 (M3)**

Se identificaron principalmente las fases Calcite (CaCO_3), aragonite (CaCO_3), Calcium (Ca), Carbon (C). Para estimar y verificar el porcentaje en peso (%W) de las principales fases identificadas, se utilizó el método Rietved, donde dichos valores se observan en la tabla N° 02.

Tabla N° 11: Principales fases presentes en la muestra M2017-037-003-60MIN

Muestra	Fase	% W
M2017-037-003-M2-60MIN	Calcite (CaCO_3)	92.6
	Aragonite (CaCO_3)	1.3
	Calcium (Ca)	2.4
	Carbon (C)	0.2
	Portlandite. ($\text{Ca}(\text{OH})_2$)	3.5

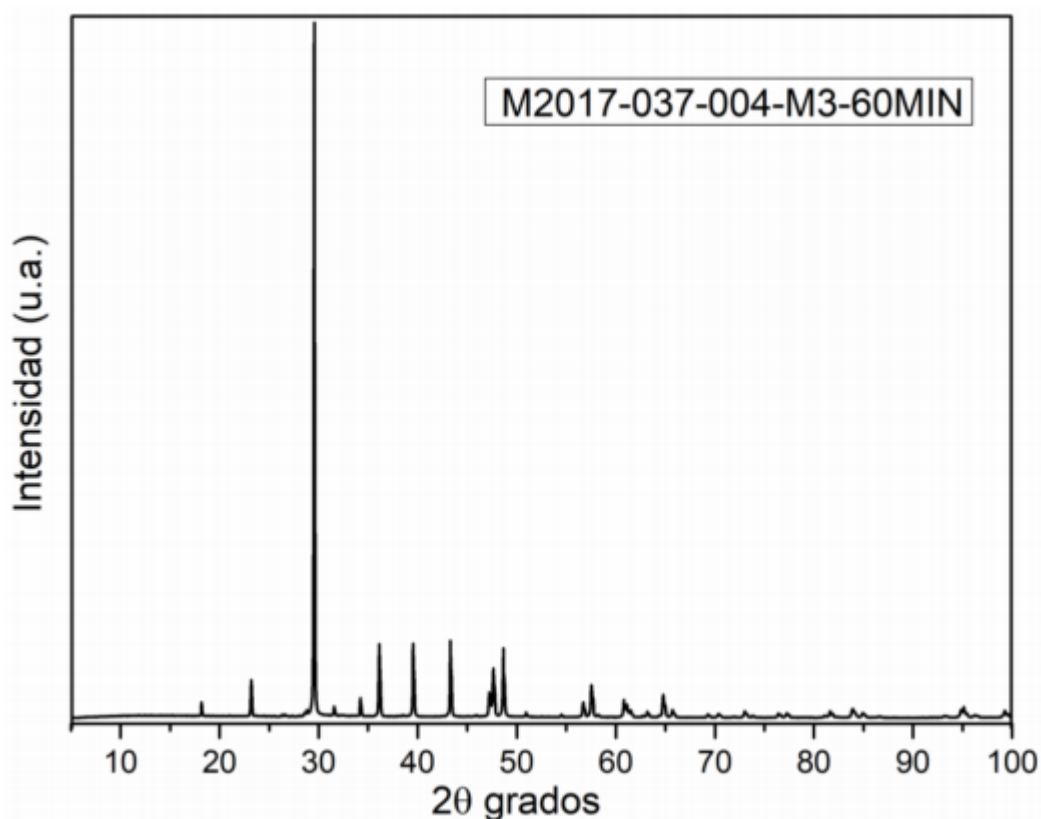


Figura N° 26. Dictograma de la muestra M2017-037-004-M3-60MIN

3.5 Comparación y análisis de resultados

Según los análisis de Difracción de rayos X (DRX), en las 2 primeras muestras, se observan las mismas faces, pero en la tercera, si se observa una Nueva fase que viene a ser La Portlandita.

Cabe mencionar que Las 3 muestras, fueron tratadas, mediante la Nanoflotación, durante 1 hora a la misma presión y la misma temperatura. Lo único que varía en las tres muestras es la concentración del Hidróxido de Sodio (NaOH), sin embargo, se observa que cada una de las muestras, mantiene similar pH, pero la cantidad de radicales libres, están en relación directamente proporcional la concentración de NaOH, razón por lo cual, en la tercera muestra, ya se observa el aumento una fase.

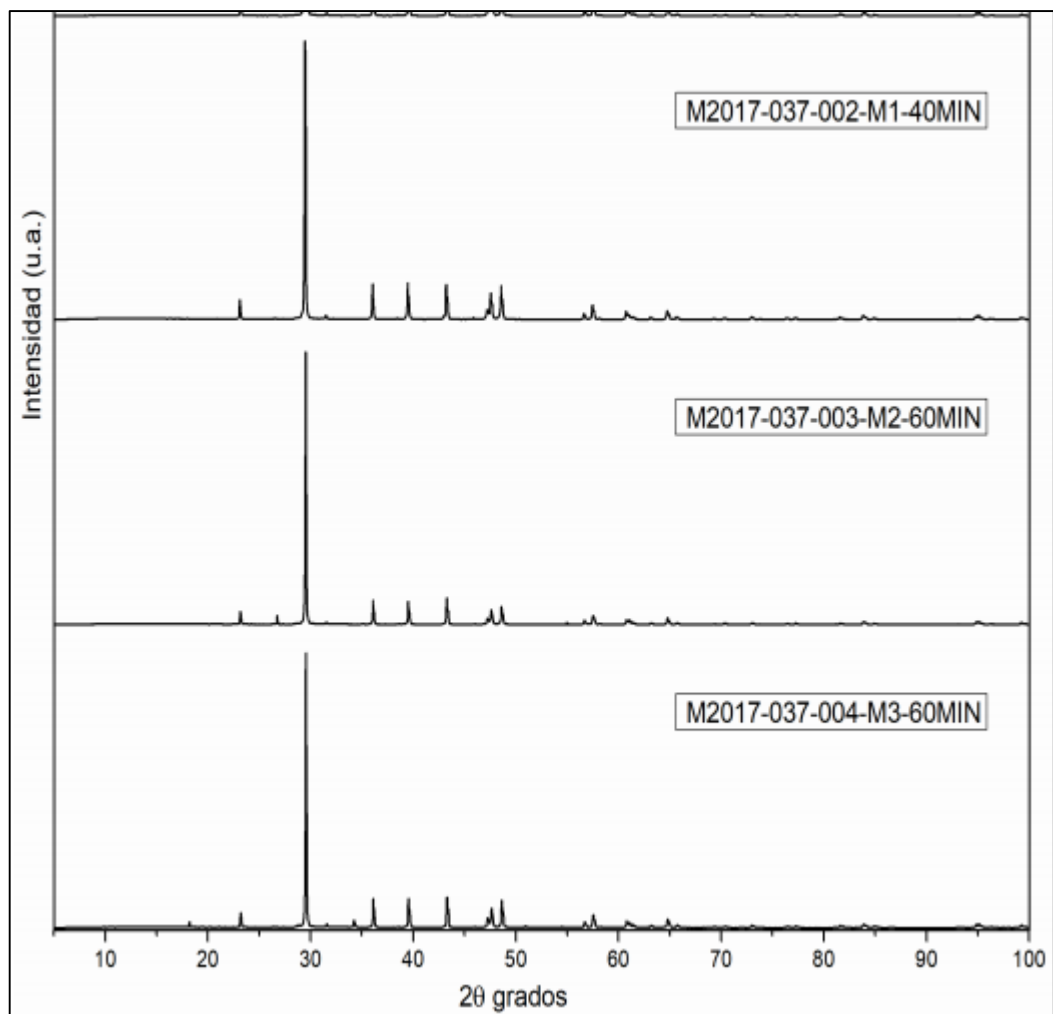


Figura N° 27. Comparación de los dictogramas de las muestras analizadas

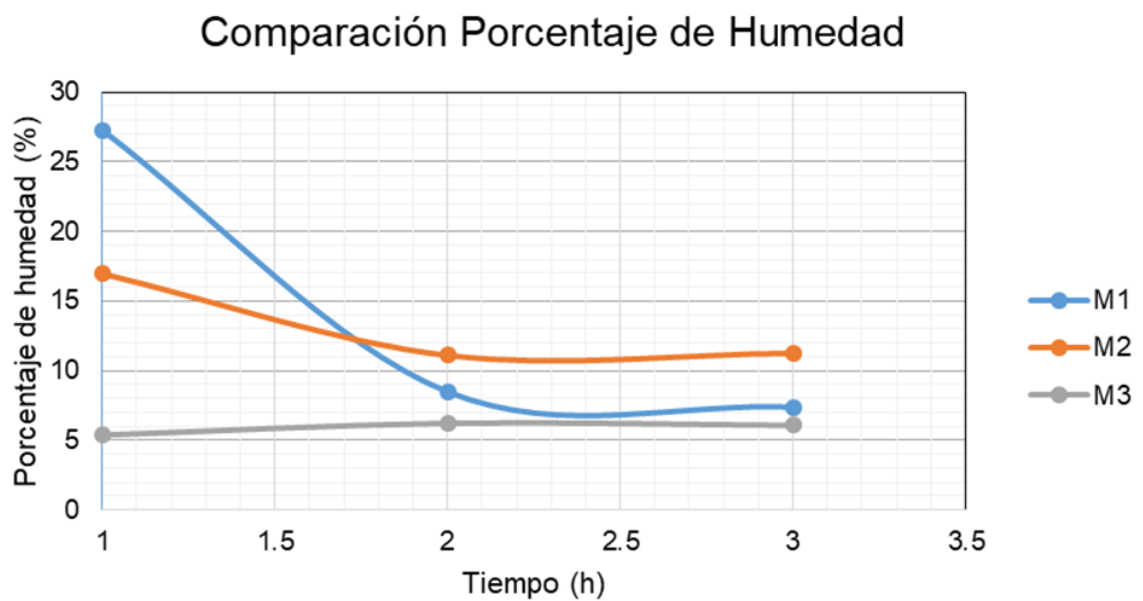


Figura N° 28. Comparación de Porcentaje de Humedad de las muestras

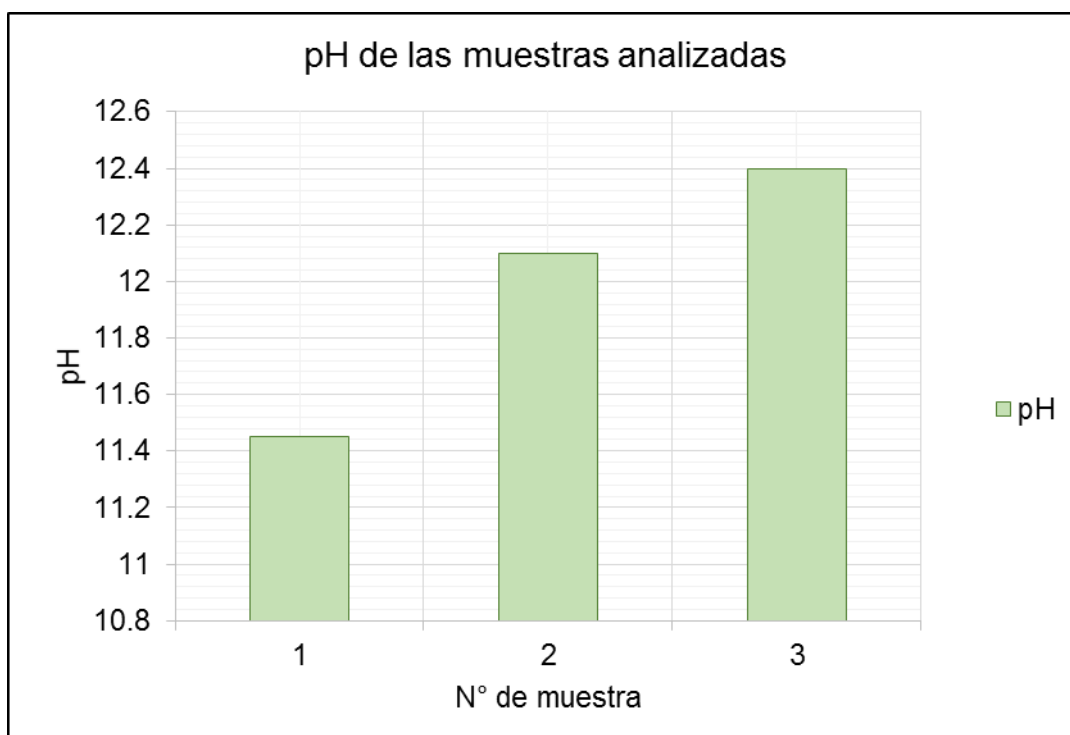


Figura N° 29. Comparación del pH de las muestras analizadas

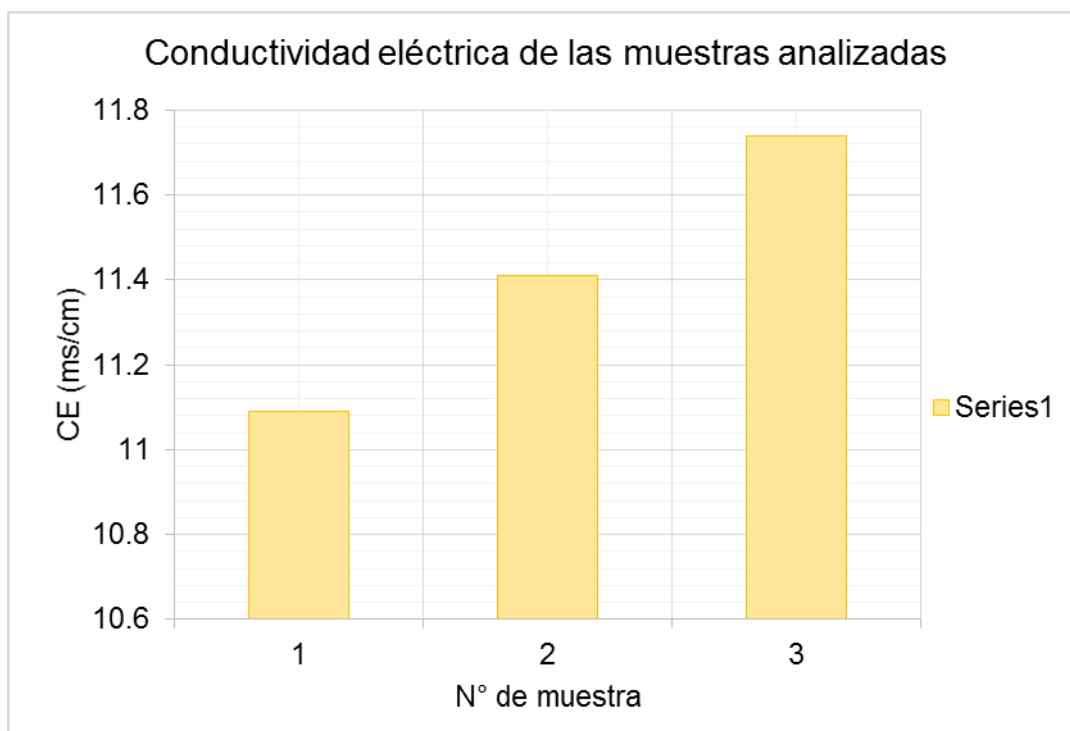


Figura N° 30. Comparación de Conductividad Eléctrica

Contrastación de Hipótesis

Prueba de Normalidad

La prueba de normalidad determina si la distribución es normal o no.

Hipótesis específica 1

H1. Las densidades del material calcáreo tratado con Nanoflotación de aire se ajusta a una distribución normal.

Ho. Las densidades del material calcáreo tratado con Nanoflotación de aire no se ajusta a una distribución normal.

Muestra	Densidad (g/cm3)				Desviación Estándar
	ensayo1	ensayo2	ensayo3	ensayo (promedio)	
Muestra Inicial	2,72	2,75	2,74	2,73	0,02
Muestra 1 (40 min)	2,39	2,28	2,35	2,34	0,05
Muestra 2 (60 min)	2,74	2,63	2,71	2,69	0,06
Muestra 3 (60 min)	2,15	2,26	2,2	2,2	0,07

Resumen de procesamiento de casos

	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
DENSIDAD DE MUESTRA INICIAL (40 MIN.)	3	100,0%	0	0,0%	3	100,0%
DENSIDAD DE MUESTRA 1 (40 MN)	3	100,0%	0	0,0%	3	100,0%
DENSIDAD DE MUESTRA 2 (60 MIN)	3	100,0%	0	0,0%	3	100,0%
DENSIDAD DE MUESTRA 3 (60 MIN)	3	100,0%	0	0,0%	3	100,0%

Fuente: Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2018*

Descriptivos

			Estadístico	Error estándar
DENSIDAD DE MUESTRA INICIAL (40 MIN.)	Media		2,7367	,00882
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	2,6987	
		Límite superior	2,7746	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		2,7400	
	Varianza		,000	
	Desviación estándar		,01528	
	Mínimo		2,72	
	Máximo		2,75	

	Rango		,03	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		-,935	1,225
	Curtosis		.	.
DENSIDAD DE MUESTRA 1 (40 MN)	Media		2,3400	,03215
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	2,2017	
		Límite superior	2,4783	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		2,3500	
	Varianza		,003	
	Desviación estándar		,05568	
	Mínimo		2,28	
	Máximo		2,39	
	Rango		,11	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		-,782	1,225
	Curtosis		.	.
DENSIDAD DE MUESTRA 2 (60 MIN)	Media		2,6933	,03283
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	2,5521	
		Límite superior	2,8346	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		2,7100	
	Varianza		,003	
	Desviación estándar		,05686	
	Mínimo		2,63	
	Máximo		2,74	
	Rango		,11	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		-1,206	1,225
	Curtosis		.	.
DENSIDAD DE MUESTRA 3 (60 MIN)	Media		2,2033	,03180
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	2,0665	
		Límite superior	2,3401	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		2,2000	
	Varianza		,003	
	Desviación estándar		,05508	
	Mínimo		2,15	
	Máximo		2,26	
	Rango		,11	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		,271	1,225
	Curtosis		.	.

Fuente: Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2018*

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DENSIDAD DE MUESTRA INICIAL (40 MIN.)	,253	3	.	,964	3	,637
DENSIDAD DE MUESTRA 1 (40 MN)	,238	3	.	,976	3	,702
DENSIDAD DE MUESTRA 2 (60 MIN)	,282	3	.	,936	3	,510
DENSIDAD DE MUESTRA 3 (60 MIN)	,191	3	.	,997	3	,900

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2018*

Criterio usado para la prueba de hipótesis:

Si Pvalue > $\alpha=0.05$ La distribución es Normal

Si Pvalue < $\alpha=0.05$ La distribución es No Normal

De los resultados de significancia de los parámetros para la densidad se obtiene lo siguiente:

Parámetro	Unidad de medida	Sig.	Normalidad	Prueba
Densidad	Inicial	,637	Normal	T Student
	M1 (40 minutos)	,702	Normal	T Student
	M2 (60 minutos)	,510	Normal	T Student
	M3 (60 minutos)	,900	Normal	T Student

Como el p-value de todas las muestras es mayor que el nivel de significancia ($\alpha=0.05$), entonces los datos se ajustan a una distribución normal, entonces se puede concluir que los datos son **paramétricos**.

Hipótesis específica 2

H1. Las características físico-químicas (pH, CE, y Portlandita) obtenidas de los residuos de material calcáreo antes y después del tratamiento con Nanoflotación con aire se ajusta a una distribución normal.

Ho. Las características físico-químicas (pH, CE, y Portlandita) obtenidas de los residuos de material calcáreo antes y después del tratamiento con Nanoflotación con aire no se ajusta a una distribución normal.

a) Para el pH

Resumen de procesamiento de casos

	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
pHIni	3	100,0%	0	0,0%	3	100,0%
pH60	3	100,0%	0	0,0%	3	100,0%

Fuente: Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2018*

Descriptivos

			Estadístico	Error estándar
pHIni	Media		11,6000	,30551
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	10,2855	
		Límite superior	12,9145	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		11,8000	
	Varianza		,280	
	Desviación estándar		,52915	
	Mínimo		11,00	
	Máximo		12,00	
	Rango		1,00	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		-1,458	1,225
	Curtosis		.	.
pH60	Media		12,0333	,23333
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	11,0294	
		Límite superior	13,0373	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		12,1000	
	Varianza		,163	
	Desviación estándar		,40415	
	Mínimo		11,60	
	Máximo		12,40	
	Rango		,80	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		-,722	1,225
	Curtosis		.	.

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
pHIni	,314	3	.	,893	3	,363
pH60	,232	3	.	,980	3	,726

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2018*

b) Para la CE

Resumen de procesamiento de casos

	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
CEIni	3	100,0%	0	0,0%	3	100,0%
CE60	3	100,0%	0	0,0%	3	100,0%

Descriptivos

			Estadístico	Error estándar
CEIni	Media		1,1667	,44096
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	-,7306	
		Límite superior	3,0640	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		1,0000	
	Varianza		,583	
	Desviación estándar		,76376	
	Mínimo		,50	
	Máximo		2,00	
	Rango		1,50	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		,935	1,225
	Curtosis		.	.
CE60	Media		11,4133	,19064
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	10,5931	
		Límite superior	12,2336	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		11,4000	
	Varianza		,109	
	Desviación estándar		,33020	
	Mínimo		11,09	
	Máximo		11,75	
	Rango		,66	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		,181	1,225
	Curtosis		.	.

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CEIni	,253	3	.	,964	3	,637
CE60	,183	3	.	,999	3	,933

a. Corrección de significación de Lilliefors

c) Para la Portlandita

Resumen de procesamiento de casos

	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
PortlanditaIni	3	100,0%	0	0,0%	3	100,0%
Portlandita60	3	100,0%	0	0,0%	3	100,0%

Descriptivos

		Estadístico	Error estándar
PortlanditaIni	Media	11,4167	,18478
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	10,6216
		Límite superior	12,2117
	Media recortada al 5%	.	.
	Mediana	11,4100	.
	Varianza	,102	.
	Desviación estándar	,32005	.
	Mínimo	11,10	.
	Máximo	11,74	.
	Rango	,64	.
	Rango intercuartil	.	.
	Asimetría	,094	1,225
	Curtosis	.	.
Portlandita60	Media	1,1667	1,16667
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	-3,8531
		Límite superior	6,1864
	Media recortada al 5%	.	.
	Mediana	,0000	.
	Varianza	4,083	.
	Desviación estándar	2,02073	.
	Mínimo	,00	.
	Máximo	3,50	.
	Rango	3,50	.

Rango intercuartil	.	.
Asimetría	1,732	1,225
Curtosis	.	.

Fuente: Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2018*

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PortlanditaIni	,177	3	.	1,000	3	,966
Portlandita60	,385	3	.	,750	3	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2018*

Criterio usado para la prueba de hipótesis:

Si Pvalue > $\alpha=0.05$ La distribución es Normal

Si Pvalue < $\alpha=0.05$ La distribución es No Normal

De los resultados de significancia de los parámetros físico-químicos (pH, CE, y Portlandita) se obtiene lo siguiente:

Parámetro	Unidad de medida	Sig.	Normalidad	Prueba
pH	Inicial	,363	Normal	T Student
	60 minutos	,726	Normal	T Student
CE	Inicial	,637	Normal	T Student
	60 minutos	,933	Normal	T Student
Portlandita	Inicial	,966	Normal	T Student
	60 minutos	,000	No Normal	Wilcoxon

Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2018*: Fuente

Como el p-value de pH, CE y Portlandita inicial es mayor que el nivel de significancia ($\alpha=0.05$), entonces los datos se ajustan a una distribución normal y como el p-value de portlandita (a 60 minutos) es menor que el nivel de significancia ($\alpha=0.05$), entonces los datos se ajustan a una distribución no normal, entonces se puede concluir que los datos son **no paramétricos**.

Prueba de hipótesis

Hipótesis general

H1: El método de Nanoflotación NO permitirá aprovechar los residuos de material calcáreo generados por la empresa Comacsa para la generación de Portlandita.

Ho: El método de Nanoflotación permitirá aprovechar los residuos de material calcáreo generados por la empresa Comacsa para la generación de Portlandita.

Para el contraste no paramétrico de dos muestras relacionadas (se utiliza la **prueba de Wilcoxon**).

Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

Rangos		N	Rango promedio	Suma de rangos
Portlandita60 - PortlanditaIni	Rangos negativos	3 ^a	2,00	6,00
	Rangos positivos	0 ^b	,00	,00
	Empates	0 ^c		
	Total	3		

a. Portlandita60 < PortlanditaIni

b. Portlandita60 > PortlanditaIni

c. Portlandita60 = PortlanditaIni

Fuente: Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2018*

Estadísticos de prueba^a

Portlandita60 - PortlanditaIni	
Z	-1,604 ^b
Sig. asintótica (bilateral)	,109

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos positivos.

Fuente: Procesamiento de datos en *IBM SPSS Statistics v.24, 2018*

Criterio usado para la prueba de hipótesis:

Si Pvalue (0.109) > $\alpha=0.05$. Luego, se acepta la Hipótesis Nula

Si Pvalue < $\alpha=0.05$. Se rechaza la Hipotesis Nula

Se acepta la hipotesis nula, la cual indica: que la aplicación de nanoflotacion de

aire permitirá aprovechar los residuos de material calcáreo generados por la empresa Comacsa para la generación de Portlandita.

IV. DISCUSIÓN

- Para lograr el aprovechamiento de los residuos a través del método de Nanoflotación, se debe primero hacer un análisis para determinar qué tipo de elementos se tienen en la muestra recolectada. En este caso, en los análisis de FRX, se observa una alta concentración de Calcio, y un pH de 9.1 lo cual indica buenas condiciones para la formación de Portlandita, sin embargo este tipo de Hidróxido, se encuentra de manera rara y posee un Ph por lo general de 12, es decir es muy básico. Por lo que la adición de Hidróxido de sodio, asegura el aumento del pH y además la formación de Portlandita que vendría a ser en su representación química el $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Cabe mencionar además, que el suministro de un gas, a través del microrreactor y generador de Nanoburbujas, permiten la generación de las mismas, ya que se suministra una presión de 90 PSI. Tal como el autor YUMY, et al. (2010), En su investigación titulada “Evidencia y existencia de estabilidad de nanoburbujas en agua”, tiene por objetivo estudiar y comprobar la estabilidad de las nanoburbujas en el agua y su interfaz eléctricamente cargada, para lo cual hizo uso de un generador de nanoburbujas con gases como oxígeno y aire a una presión de 0.25 – 0.27 MPa, posteriormente para detectar la carga de las burbujas, midió el potencial zeta. Se considera que la medición del potencial zeta, es muy importante, ya que permite determinar la estabilidad de las nanoburbujas generadas lo cual permite corroborar la existencia de nanoburbujas en la solución. Por otro lado, la aprobación del método, va a depender de numerosas pruebas, que permitan encontrar el método que permitirá el mayor aprovechamiento de los residuos. Para esto, CHIE, J. et. al. (2007). En su artículo científico titulado “Tecnología de flotación de nanoburbujas con procesos de coagulación para el tratamiento rentable de aguas residuales de pulido químico-mecánico”. Busca comprobar la viabilidad del tratamiento para aguas residuales, provenientes del proceso de pulido químico - mecánico (CMP) a través de la tecnología de flotación de

nanoburbujas (NBFT) con un proceso de coagulación / floculación aplicados a escala de laboratorio donde se tomaron 24 muestras, para poder determinar las mejores condiciones. Sin embargo, el costo de análisis por muestra es sumamente elevado por lo que es una de las limitantes para poder hacer diferentes repeticiones en la presente investigación razón por la cual se optó por mandar analizar las 3 muestras que tuvieron mayor tiempo de tratamiento.

- El método de Nanoflotación, es llamado así tras la fusión de dos métodos, que vienen a ser la flotación, más la acción de Nanoburbujas. El método de flotación, por sí solo, es empleado para la recuperación o remoción de diferentes metales que se encuentren en un medio líquido, en este caso, las nanoburbujas, al actuar a nivel Nanométrico permiten una mayor interacción de las moléculas con las burbujas de aire que poseen una carga generalmente negativa, que al entrar a presión, va a ocasionar la generación de radicales libres que buscan armar una nueva estructura. Sin embargo, todo va a depender de la concentración de las soluciones y la presión en este caso, las 3 muestras tuvieron una concentración de NaOH de 0.5N, 1N y 2N más 25 gr de residuos, y la formación de la Portlandita se dio en la muestra de mayor concentración y una presión de 90 PSI. Esto coincide con FORERO, J. DÍAZ, J. y BLANDON, B. (1999). Titulado “Diseño de un nuevo sistema de flotación para tratamiento de aguas industriales”, donde su objetivo general es proponer un nuevo método de flotación teniendo en cuenta la aplicación de Nanoburbujas para mejorar la eficiencia y el factor económico, donde se determinó que la presión y el porcentaje de recuperación, estaban en relación directamente proporcional ya que a una presión de 4 atm. La remoción fue de 90% y las demás pruebas indicaron que el sistema de flotación con la presencia de microburbujas es efectivo.
- La estabilidad las nanoburbujas que interaccionan con las partículas va a depender del tamaño de burbujas que se logren generar, en este caso, el microreactor, y generador de nanoburbujas, permite la inyección de

grandes presiones y además la cavitación de las burbujas. La mezcla de las dos soluciones iniciales, se almacenan en la columna de flotación, de diámetro de 6.5 cm y tamaño de 165 cm. La cual da la ventaja de que las burbujas, interaccionen más con los residuos, asegurando un mayor tiempo de permanencia. En este aspecto, CAFER E. y KARACA S. (2015) En su investigación “Efecto de las nanopartículas sobre la estabilidad de la espuma y la distribución del tamaño de las burbujas en flotación”, el objetivo fue evaluar qué tan efectivos, pueden ser los nanomateriales, como estabilizadores de la espuma en flotación mineral, se usaron columnas de flotación sumamente delgadas de 50 x 50 mm y de altura de 500 mm, donde se toma en cuenta lo estrecho de la columna para mayor eficiencia del método de tratamiento, sin embargo, esta investigación está muy ligada al tipo de Nanomateriales y sus componentes, por lo que solo con Fe_2O_3 y Al_2O_3 se lograron resultados significativos en un porcentaje de 7 a 11%. La desventaja es que este tipo de columnas de vidrio resultan sumamente costosas, dependiendo de la altura que se necesite de acuerdo al volumen de la solución inicial.

- En nuestro país, según el Ministerio de Energía y Minas (MEM) hasta el año 2015, se encuentran registradas 10 200 empresas mineras, de las cuales 121 empresas, se dedican a la extracción de mineral no metálico. Por otro lado, el Informe Nacional de Calidad del aire, 2013-2024 emitido por DIGESA, las fuentes fijas, son uno de los principales contaminantes atmosféricos. A todo esto, la empresa Comacsa, representa una fuente fija que está ubicada en un lugar muy concurrido por la población del Distrito de Los Olivos, con una gran cantidad de residuos generados diariamente (3% de 1200 toneladas de producción) Estos residuos están expuestos a diferentes factores de dispersión como la lluvia, y principalmente el aire libre. Este tipo de residuos en polvo, no solo es un problema para la empresa debido a la falta de aprovechamiento de este producto, sino que afecta a la población, ya que puede generar en primer lugar efectos, como enfermedades de alergia, enfermedades a la vista, enfermedades respiratorias, etc. y posteriormente impactos debido al tiempo de

exposición. Entonces la importancia de esta exposición, es que gracias al desarrollo del método de Nanoflotación, se va lograr un aporte tanto económico como social, ya que se podrán aprovechar estos residuos y venderlos a gran escala, además, que se disminuirá, la cantidad de residuos que pueden llegar a causar serios problemas en la salud de las personas.

V. CONCLUSIONES

- El método de Nanoflotación, permitió variar las densidades de los residuos de material calcáreo, en forma inversamente proporcional, ya que a más tiempo de tratamiento, la densidad disminuye. Logrando establecerse la densidad propia de la Portlandita (2.20 gr/cm^3). Para este resultado, el tiempo de tratamiento fue de 60 minutos a una concentración de 2 N. El tamaño de los residuos varía entre 14 a $21 \mu\text{m}$, la muestra, está compuesta por elementos químicos como Fosforo (P), Azufre (S), Potasio (K), Calcio (Ca), Manganeseo (Mn), Hierro (Fe), Zinc (Zn), Arsénico (As) y Estroncio (Sr), siendo el Calcio el de mayor concentración con 159230 mg/kg . El pH de la muestra es de 9.1 La conductividad eléctrica fue de 11.10 ms/cm y un porcentaje de humedad de 0.09%.
- Las características fisicoquímicas, para generar un ambiente propicio para la obtención de Portlandita, son de mucha importancia, por lo que se tuvo en cuenta las siguientes: La concentración de NaOH a 2N, para lograr aumentar el pH, Tamaño de 14 a $21 \mu\text{m}$ el tiempo de reposo fue de 16 horas. La muestra, tuvo un pH de 12.4, conductividad eléctrica de 11.74 ms/cm . Un porcentaje de humedad de 56.944% y como gas se utilizó aire a una presión de 90 que equivale a 6.12414 atm. El porcentaje de Portlandita obtenida fue de 3.5%.

- En conclusión, las diferentes características fisicoquímicas de los residuos, así como también del subproducto a generar, y método de la Nanoflotación, permiten la formación de un subproducto, identificado finalmente como Portlandita, a una concentración de NaOH de 2N, Temperatura de 25°C en un tiempo de tratamiento de 1 hora, con un pH de 12.4 y conductividad eléctrica de 11.74 ms/cm a una presión de 6 atm. Se obtuvo un 3.5% de Portlandita, de un total de 25 g. de residuos. La Portlandita, tiene un gran campo de aplicación en diferentes sectores. De este modo, se puede seguir aprovechando estos residuos para disminuir el impacto ambiental que pueden llegar a causar en la salud a través del tiempo.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda, hacer más pruebas, con la finalidad de llegar a determinar las condiciones más efectivas, para lograr la recuperación de los residuos de material calcáreo.
- Se recomienda, incrementar la concentración de NaOH, en un intervalo de 3 a 5N, ya que como se observa en la investigación, la Portlandita, se pudo obtener en la prueba donde hubo mayor concentración de dicha base.
- Se recomienda aplicar un tiempo de tratamiento de 1 hora a 3 horas, ya que esto hará, que los radicales libres, tengan mayor campo de acción e interacción. Y tomar muestras en diferentes tiempos para hacer comparaciones posteriores a los análisis realizados, para lograr determinar qué formación de compuestos se obtuvieron.
- Se recomienda, trabajar a una temperatura mayor a 90°C, disminuyendo el tiempo de permanencia en la estufa.

VII. REFERENCIAS

- AGUILAR M. Tratamiento físico - químico del agua [en línea]. España: universidad de Murica, 2002 [Fecha de consulta: 22 junio 2017]. Disponible en:
https://books.google.com.pe/books?id=8vIQBXPvhAUC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbg_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- ALVAREZ. Fundamento de flotación de minerales [En línea]. Centro de Informacion tecnológica, 2012 [Fecha de consulta: 12 enero de 2018]. Disponible en:
https://books.google.com.pe/books?id=vnODS0oPKcAC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbg_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- AYORA C. Los ecosistemas terrestres y sus aplicaciones medio ambientales [En línea]. Secretaría General Técnica, 2004 [Fecha de consulta: 7 mayo 2017]. Disponible en:
https://books.google.com.pe/books?id=sRGOhMZfYE8C&printsec=frontcover&hl=es&source=gbg_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- ALBIJANIC, A. et. al. Fundamental aspects of bubble - particle attachment mechanism in flotation separation. Minerals Engineering [En línea]. Vol. 65. 15 octubre 2014. [Fecha de consulta: 12 de noviembre de 2017]. Disponible en
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0892687514002064>
- AVILA, L. Introducción a la metodología de la investigación [En línea] Mexico: Eumednet, 2006 [Fecha de consulta: 07 julio 2017]. Disponible en:
https://books.google.com.pe/books?id=r93TK4EykfUC&pg=PA173&dq=metodolog%C3%ADa+de+la+investigacion++dise%C3%B1o+pre+experimental&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiY6MLto_jUAhVEWBQKHd1UDb4Q6AEILTAB#v=onepage&q=metodolog%C3%ADa%20de%20la%20investigacion%20-%20dise%C3%B1o%20pre%20experimental&f=false

- Calcium Hidroxide Uses. BAUM, J. 16 de Agosto de 2013. Disponible en: <https://www.lifeder.com/hidroxido-de-calcio/>
- CAFER, E. y KARACA, S. Effect of nanoparticles on froth stability and bubble size distribution in flotation. International Journal of Mineral Processing [En línea]. Vol. 138. 10 mayo 2015. [Fecha de consulta: 6 de octubre de 2017]. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301751615000459>
- CASTELLS, J. Diccionario de Medicina [En línea]. Paris: Arbieu, 1854 [Fecha de consulta: 03 julio 2017]. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=pNStVGFqp0wC&pg=PA253&dq=caracteristicas+fisicas+y+quimicas+de+la+baritina&hl=es&sa=X&ved=0ahUK Ewit07GF4e7UAhXMeT4KHTyJCLUQ6AEIJjAB#v=onepage&q=caracteristicas%20fisicas%20y%20quimicas%20de%20la%20baritina&f=false>
- CALGAROTO, AZEVEDO, y RUBIO. Separation of amine-insoluble species by flotation with nano and microbubbles. Minerals Engineering [En línea]. Vol. 89. Abril 2016. [Fecha de consulta: 9 de octubre de 2017]. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0892687516300012>
- CALGAROTO, AZEVEDO, y RUBIO. (2015). Flotation of quartz particles assisted by Nanobubbles. International Journal of Mineral Processing [En línea]. Vol. 137. 10 abril 2015. [Fecha de consulta: 12 de noviembre de 2017]. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301751615000265>
- CARRETERO Y POZO. Mineralogía Aplicada, salud y medio ambiente [En línea]. España: Editorial Thomson, 2007 [Fecha de consulta: 09 de octubre 2017]. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=X6aHoUtXW44C&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

- CHIE, J. et. al. Nano-bubble flotation technology with coagulation process for the cost-effective treatment of chemical mechanical polishing wastewater. Separation and Purification Technology. [En línea]. Vol. 58. Diciembre 2017. [Fecha de consulta: 09 de octubre de 2017]. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1383586607003140>
- CORNELIS Y CORNELIUS. Manual de Mineralogía [En línea]. Mexico: Editorial Rverté S.A, 1996 [Fecha de consulta: 09 de octubre 2017]. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=ol2xn_6jgn0C&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- COSTAFREDA, J. Tectosilicatos con características especiales: Las zeolitas naturales. [En línea]. España: Editorial Fundaciòn Gomez Pardo, 2014 [Fecha de consulta: 12 de noviembre de 2017] Disponibel en: http://oa.upm.es/32548/1/Tectosilicatos_Costafreda.pdf
- FERRARI, LIGGIERI y MILLER. Drops and bubbles in contact with Solid surfaces [En línea]. New York: CRC Press 2016 [Fecha de consulta: 20 mayo 2017]. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=SGfOBQAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- FORERO, DIAZ. y BLANDON. (1999). Diseño de un nuevo sistema de filtración para tratamiento de aguas industriales. Ciencia, Tecnología y Futuro. [En línea]. Enero-diciembre 1999, n.º 5. [Fecha de consulta: 20 mayo 2017]. Disponible en http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-53831999000100006
ISSN: 0122 - 5383
- GARCÍA, H. Evaluación del riesgo por emisiones de partículas en fuentes estacionarias de combustión [En línea]. Colombia: Universidad Nacional de

Colombia, 2006 [Fecha de consulta: 20 mayo 2017]. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=T87uEuVP84kC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

- GUTAN, J. Solución de problemas en endodoncia [En Línea]. España: Elsevier España, S. A. 2007 [Fecha de consulta: 1 de noviembre de 2017]. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=HBrRPpg9YQEC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- GRANDA, PEREZ Y DÍAZ. Zeolites and zeolite – based materials in analytical chemistry. Trends in Analytical Chemistry. [En línea] vol. 25. Julio 2006, n° 1 [Fecha de consulta: 12 de noviembre de 2012]. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0165993605001500>
- HIDEKI Tsuge. Micro and Nanobubbles: Fundamental and aplicaciones [En Línea]. U. S: Pan Stanford Publishing, 2014 [Fecha de consulta: 20 mayo 2017]. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=KilbBAAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- HERNANDES, J. et al. Carbonato de Calcio en México: Características geológicas, mineralógicas y aplicaciones [En línea]. Mexico: Omnia science, 2015 [Fecha de consulta: 20 mayo 2017]. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=zuAIBgAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- HUANG, H. LEGENDRE, D. y GUIRAUD, P. An new experimental method for determining particle capture efficiency in flotation. Chemical Engineering Science [En línea] vol. 66. Marzo 2011 [Fecha de consulta: 12 de noviembre de 2017]. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0009250910007190>

- Leistner. T. Peuker, A. y Rudolph, M. (2017). How gangue particle size can affect the recovery of ultrafine and fine particles during froth flotation. Minerals Engineering. [En línea] vol. 109. Agosto 2017 [Fecha de consulta: 9 de agosto de 2017]. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0892687517300456>
- LERMA H. Metodología de la investigación [En línea]. Bogotá: Eco Ediciones, 2016 [Fecha de consulta: 06 julio 2017]. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=COzDDQAAQBAJ&pg=PT65&dq=metodolog%C3%ADa+de+la+investigacion++dise%C3%B1o+pre+experimental&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiY6MLto_jUAhVEWBQKHd1UDb4Q6AEISjAG#v=onepage&q=metodolog%C3%ADa%20de%20la%20investigacion%20-%20dise%C3%B1o%20pre%20experimental&f=false
- MARTINEZ y CICUAMIA. Síntesis y caracterización de zeolitas a partir de cenizas volantes de carbón. Tesis (Químico). Bogotá: Universidad de Ciencias Aplicadas y ambientales, Facultad de ciencias, 2016.
- MORALES, R. Contaminación atmosférica urbana. Episodios críticos de contaminación ambiental en la ciudad de santiago [En línea]. Chile: Editorial Universitaria S. A. 2006 [Fecha de consulta: 20 mayo 2017]. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=HdeX6SWHBW8C&pg=PA109&dq=tama%C3%B1o+de+las+particulas+del+material+particulado&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiljvPIIO3TAhWHYiYKHdA2AroQ6AEIJAB#v=onepage&q=tama%C3%B1o%20de%20las%20particulas%20del%20material%20particulado&f=false>
- MORENO, M. Introducción a la metodología de la investigación [En línea] España: Progreso, 1987 [Fecha de consulta: 07 julio 2017]. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=9eARu_jwbguC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbg_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

- NGUYEN Y JOACHIM. Colloidal science of flotation [En línea] Australia: Marcel Dekker, 2003 [Fecha de consulta: 20 mayo 2017]. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=ELFH5WtoZX4C&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- PNUMA. Geo America Latina y el Caribe Perspectivas del medio ambiente [En línea]. España: DF, 2003 [Fecha de consulta: 19 mayo 2017]. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=ppYUWpsGxUYC&pg=PA111&dq=tipos+de+material+particulado&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjavYz3kPvTAhVl2yYKHa5ADjoQ6AEIJTAA#v=onepage&q=tipos%20de%20material%20particulado&f=false>
- PORRAS, D. La flotación de los minerales. Instituto de Investigaciones Tecnológicas, 2001 [Fecha de consulta: 10 enero 2018] Disponible en: <http://es.calameo.com/read/0042791774233e77f8b9f>
- RAIMOND, B. Química de los polímeros [En línea]. Florida: Editorial Reverte S. A. 2002 [Fecha de consulta: 18 junio 2017]. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=FOobaAs4Wp4C&pg=PA447&dq=talco++silicato&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiruvTs1MjUAhVvkKMAKHayrCEMQ6AEIKzAB#v=onepage&q=talco%20-%20silicato&f=false>
- RUBINSTEIN, Julius. Column Flotation, Processes, designs and practices [En línea] Rusia: OPA 1995 [Fecha de consulta: 20 mayo 2017]. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=89ElRlgWt4C&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- SCHLEICHER, Nina. Chemical, physical and Mineralogical properties of atmospheric particulate matter in the megacity Beijing [En línea]. Beijing: Kit Scientific Publishing, 2012 [Fecha de consulta: 20 mayo 2017]. Disponible en:

https://books.google.com.pe/books?id=L8eknyWyveAC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

- YUMMY, et al. (2010). Evidence of existence and the stability of nanobubbles in water. Physicochemical and engineering aspects. [En línea] vol. 361. 20 mayo 2010. [Fecha de consulta: 15 de mayo de 2017]. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0927775710001779>
- VILANOVA J. Historia Natural: Mineralogía, Geología y Paleontología [En línea]. Barcelona: Editorial Montaner y Simón, 1987 [Fecha de consulta: 20 mayo 2017]. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=O0Y1AQAAMAAJ&pg=PA62&dq=que+es+la+baritina&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwi2o9mq_MjUAhXrLcAKHRFeCo4Q6AEIMDAC#v=onepage&q=que%20es%20la%20baritina&f=false
- VALDERRAMA, J. Información Tecnológica [En línea]. Centro de Informacion Tecnologica, (2000) [Fecha de consulta: 9 enero 2018]. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=vnODS0oPKcAC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Wang, L. Runge, K. e Peng, Y. (2016). The observed effect of flotation operating conditions and particle properties on water recovery at laboratory scale. Minerals Engineering. [En línea] vol. 94. Agosto 2016 [Fecha de consulta: 20 de mayo de 2017]. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0892687516301236>

ANEXOS

ANEXO 1

GUIA DE ENTREVISTA

FUENTE: Compañía Minera Agregados Calcáreos S. A. (COMACSA)

Ingeniero Victor Carlín, Gerente de producción

- 1) ¿Cuál es el proceso de producción que siguen cada una de las plantas?
- 2) ¿Qué materia prima utilizan para la elaboración de sus productos?
- 3) ¿Qué otros insumos o aditivos utilizan?
- 4) ¿Qué productos se obtienen?
- 5) ¿Cuáles son los puntos críticos?
- 6) ¿Qué composición tiene los productos finales?
- 7) ¿Cuál es la producción diaria?
- 8) ¿Con cuántos trabajadores cuenta la empresa?
- 9) ¿Qué porcentaje del total de materia prima se convierten en residuos?
- 10) ¿Qué modelo de vehículos transportan la materia prima?
- 11) ¿Qué tratamiento reciben los residuos?

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
CIP:

NOTA: Instrumento utilizado para la elaboración de la problemática y el diagnóstico del lugar.

ANEXO 2A

HOJA DE TOMA DE LA MUESTRA

N° DE MUESTRA	TIPO DE MUESTRA	PESO (gr)
MUESTRA 1	Carbonato de Calcio	400

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 2B

HOJA DE CARACTERIZACION INICIAL DE RESIDUOS DE MATERIAL CALCÁREO

N° DE MUESTRA	TIPO DE MUESTRA	PARÁMETROS			
		pH	DIÁMETRO (μm)	CONCENTRACIÓN mg/kg	COMPOSICIÓN (%)
M1	Carbonato de calcio	9.1	14 - 21		

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

CIP:

ANEXO 3A

HOJA DE REGISTRO DE ANALISIS PARA LA SOLUCION INICIAL POR
MUESTRA

	N° DE MUESTRA	CONCENTRACION DE NaOH EN 2 L DE AGUA		
	1	0.5N		
	TIEMPO DE TRATAMIENTO (min)			
PARAMETROS	20	40	60	
Temperatura (° C)				
Conductividad eléctrica (ms/cm)				
pH				
Densidad (g/cm³)				

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 3B

HOJA DE REGISTRO DE APLICACIÓN DEL MÉTODO DE NANOFLOTACIÓN (1 HORA DE TRATAMIENTO)

N° MUESTRA	1		
PARÁMETROS	NANOBURBUJAS		
	20 min	40 min	60 min
Diámetro (μm)			
Velocidad de ascenso (cm/h)			
Presión interna (atm)			
% de recuperación			
Numero de nanoburbujas por gota			
Velocidad del gas			
Tipo de gas			
PARÁMETROS	FLOTACIÓN		
Energía (v)			
Generación de volumen de espuma (cm ³)			
Tensión superficial (N/m)			
Altura de interface			
Tiempo de agitación (min)			
Revolución por minuto (RPN)			

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

CIP:

ANEXO 3C

HOJA DE REGISTRO DE PARAMETROS PARA LA FORMACIÓN DE

PARÁMETROS	Portlandita		
	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PRUEBA 3
Diámetro (μm)			
Tiempo de reposo (hrs)			
pH			
Temperatura			
Conductividad Eléctrica ()			
% de humedad			
Velocidad del gas			
Tipo de gas			

Elaboración Propia

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

CIP:

ANEXO 4

HOJA DE REGISTRO DE ANALISIS FINAL (DRX Y FRX)

N° DE MUESTRA	TIPO DE MUESTRA	PARÁMETROS			
		PESO (gr)	DIÁMETRO (μm)	CONCENTRACIÓN (M)	COMPOSICIÓN (%)
M1	Portlandita				
M2	Portlandita				
M3	Portlandita				

Fuente: Elaboración propia

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

CIP:

ANEXO 5

HOJA DE COMPARACIÓN DE RESULTADOS DEL TRATAMIENTO

RESULTADOS INICIALES					
N° DE MUESTRA	TIPO DE MUESTRA	PARÁMETROS			
		PESO (gr)	DIÁMETRO (μm)	CONCENTRACIÓN (M)	COMPOSICIÓN (%)
M1	Carbonato de calcio	25			
M2	Carbonato de calcio	25			
M3	Carbonato de calcio	25			
RESULTADOS FINALES					
N° DE MUESTRA	TIPO DE MUESTRA	PARÁMETROS			
		PESO (gr)	DIÁMETRO (μm)	CONCENTRACIÓN (M)	COMPOSICIÓN (%)
M1	portlandita				
M2	Portlandita				
M3	Portlandita				

ANEXO 6

PROCEDIMIENTO PARA LA DETERMINACIÓN DE PARAMETROS DE AGUA

- **Conductividad eléctrica**

Esta propiedad depende de la presencia de iones su concentración y movilidad. Para la determinación de este parámetro en laboratorio es la resistencia en Ohmios o megohmios. La conductividad eléctrica, es el inverso de la resistencia y se expresa en milisiemens por centímetro (Ms/ cm) según el sistema internacional de las naciones unidas. Se realiza mediante la toma de una muestra de agua, que será vertida en un vaso de precipitados. Llevar a cabo la medición de la conductividad de la muestra, haciendo uso de un electrodo y anotar los resultados. El conductímetro, debe estar previamente calibrado.

- **pH**

Se realiza mediante el uso de un pH metro, ya que es el método más exacto. El aparato debe estar previamente calibrado, mediante una solución buffer de pH conocido.

- **Oxígeno Disuelto**

Materiales y equipos

- 4 pipetas graduadas de 2 ml
- 5 Matraz Erlenmeyer de 125 ml
- 1 Probeta de 100 ML
- 1 Bureta de 50 ml
- 4 Frascos winkler de 300 ml
- 1 Perilla

Reactivos

- Agua potable

Solución de Almidón 0.5 %

Solución de $\text{MnSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ al 40%

Solución de Alkali – Yoduro

Ácido sulfúrico concentrado

Solución de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0.025 N.

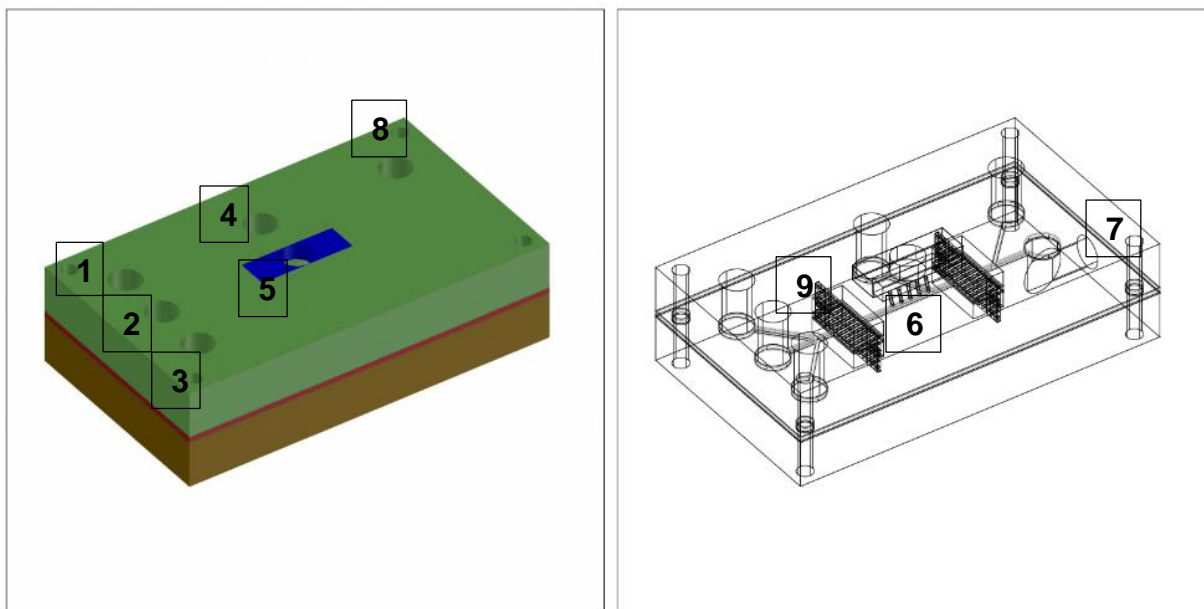
Procedimiento

En primer lugar, se deben llenar tres frascos Winkler hasta el borde (no generar turbulencia), dos con agua residual y otro con agua potable. Tapar y dejar que se desborde, ladear para escurrir. Retirar el tampón y agregar 2 ml. De sulfato de manganeso resbalando lentamente para evitar la introducción de aire. Agregar 2 ml. De álcali-yoduro modificado con azida de sodio. Agregar 2 ml de H_2SO_4 concentrado y agitar la muestra. (Un tono café indica la presencia de oxígeno). Finalmente, titular 100 ml. De la muestra con una solución de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0.025 N, usar como indicador unas gotas de algodón. Y mediante la siguiente formula, se obtiene el resultado final.

$$OD (mg \text{ } O_2/L) = \frac{N(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) \times V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) \times 8000}{V (muestra)}$$

ANEXO 7

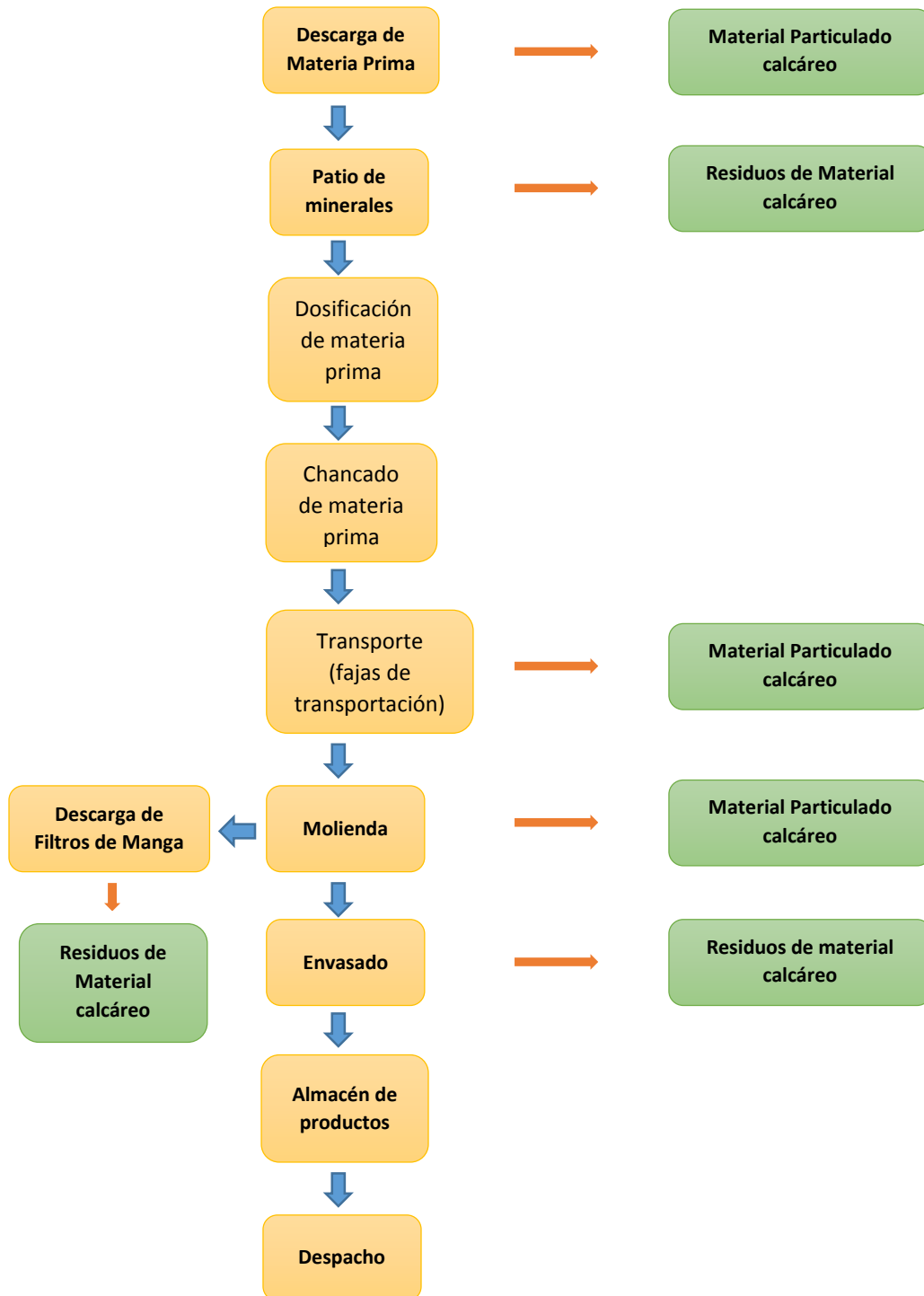
DISEÑO DE EQUIPO



- 1) Entrada de la solución (Agua + Material Calcáreo)
- 2) Entrada de agua para el reflujo
- 3) Entrada de Hidróxido de Sodio (NaOH)
- 4) Entrada de agua, para homogenizar la mezcla
- 5) Adición de Nanoburbujas
- 6) Canales de flotación DAF
- 7) Extracción de material calcáreo
- 8) Salida de agua clarificada para el reflujo
- 9) Placas para el mezclado de las solucio

ANEXO 8

PLANTA DE BENEFICIO DE MINERALES



ANEXO 9

CÁLCULOS

A) Velocidad lenta de la micro-nanoburbujas

- M1 (60 min)

Formula: $U = \rho g d^2 / 18\mu$

U: ¿?

ρ : $4.94 \times 10^{-3} \text{ kg/m}^3$

g : 9.8 m/s^2

d : $1.091 \times 10^{-6} \text{ m}$

μ : $1.003 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$

Reemplazando

$$U = \frac{4.94 \times 10^{-3} \text{ kg/m}^3 \left(\frac{9.8 \text{ m}}{\text{s}^2} \right) (1.091 \times 10^{-6} \text{ m})^2}{18 \left(\frac{1.003 \times 10^{-3} \text{ kg}}{\text{ms}} \right)}$$

$$U = 3.1859 \times 10^{-12} \text{ m/s}$$

$$U = 1.1469 \times 10^{-6} \text{ cm/h}$$

- M2 (60 min)

Formula: $U = \rho g d^2 / 18\mu$

U: ¿?

ρ : $9.33 \times 10^{-3} \text{ kg/m}^3$

g : 9.8 m/s^2

d : $1.585 \times 10^{-6} \text{ m}$

μ : $1.003 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$

Reemplazando

$$U = \frac{9.33 \times 10^{-3} \text{ kg/m}^3 \left(\frac{9.8 \text{ m}}{\text{s}^2} \right) (1.585 \times 10^{-6} \text{ m})^2}{18 \left(\frac{1.003 \times 10^{-3} \text{ kg}}{\text{ms}} \right)}$$

$$U = 1.272 \times 10^{-11} \text{ m/s}$$

$$U = 4.580 \times 10^{-6} \frac{\text{cm}}{\text{h}}$$

- **M3 (60 min)**

Formula: $U = \rho g d^2 / 18 \mu$

U: ¿?

ρ : $1.58 \times 10^{-2} \text{ kg/m}^3$

g : 9.8 m/s^2

d : $1.288 \times 10^{-6} \text{ m}$

μ : $1.003 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$

Reemplazando

$$U = \frac{1.58 \times 10^{-2} \text{ kg/m}^3 \left(\frac{9.8 \text{ m}}{\text{s}^2} \right) (1.288 \times 10^{-6} \text{ m})^2}{18 \left(\frac{1.003 \times 10^{-3} \text{ kg}}{\text{ms}} \right)}$$

$$U = 1.42279 \times 10^{-11} \text{ m/s}$$

$$U = 5.1220 \times 10^{-6} \text{ cm/h}$$

b) Presión interna de las Micro-nanoburbujas

Mediante la ecuación de Young – Laplace

Formula: $P = PI + \frac{4\sigma}{d_b}$

Donde:

P: Presión de la burbuja

PI: Presión interna del líquido = $\rho \cdot g \cdot h$

σ : Tensión superficial = 0.0278 N/m

d_b : Diámetro de la burbuja = $1.414 \times 10^{-6} \text{ m}$

- **M1 (60 min)**

Entonces:

d_b : Diámetro de la burbuja = $1.091 \times 10^{-6} \text{ m}$

$$PI = 9.94 \times 10^{-3} \text{ kg/m}^3 \times 9.8 \text{ m/s}^2 \times 0.63 \text{ m}$$

$$PI = 0.0614 \text{ Pa} \text{ } <> \text{ } 6.0597 \times 10^{-7} \text{ atm}$$

Reemplazando

$$P = 6.0597 \times 10^{-7} \text{ atm} + \frac{4(0.0728 \frac{N}{m})}{1.091 \times 10^{-6} m}$$

$$P = 6.0597 \times 10^{-7} \text{ atm} + 2.634 \text{ atm}$$

$$P = 2.6340 \text{ atm}$$

- **M2 (60 min)**

$$d_b : \text{Diámetro de la burbuja} = 1.585 \times 10^{-6} \text{ m}$$

Entonces:

$$PI = 9.33 \times 10^{-3} \text{ kg/m}^3 \times 9.8 \text{ m/s}^2 \times 0.63 \text{ m}$$

$$PI = 0.05760 \text{ Pa} <> 5.6846 \times 10^{-7} \text{ atm}$$

Reemplazando

$$P = 5.6846 \times 10^{-7} \text{ atm} + \frac{4(0.0728 \frac{N}{m})}{1.585 \times 10^{-6} m}$$

$$P = 5.6846 \times 10^{-7} \text{ atm} + 1.8132 \text{ atm}$$

$$P = 1.8132 \text{ atm}$$

- **M3 (60 min)**

$$d_b : \text{Diámetro de la burbuja} = 1.288 \times 10^{-6} \text{ m}$$

Entonces:

$$PI = 1.58 \times 10^{-2} \text{ kg/m}^3 \times 9.8 \text{ m/s}^2 \times 0.63 \text{ m}$$

$$PI = 0.0975492 \text{ Pa} <> 9.6274 \times 10^{-7} \text{ atm}$$

Reemplazando

$$P = 9.6274 \times 10^{-7} \text{ atm} + \frac{4(0.0728 \frac{N}{m})}{1.288 \times 10^{-6} m}$$

$$P = 9.6274 \times 10^{-7} \text{ atm} + 2.2313 \text{ atm}$$

$$P = 2.2313 \text{ atm}$$

d) Determinación del diámetro de las Micro-nanoburbujas

Tabla N° 12. Número y diámetro de Micro-nanoburbujas

N°	DIAMETRO DE LAS BURBUJAS	N°	DIAMETRO DE LAS BURBUJAS	N°	DIAMETRO DE LAS BURBUJAS
1	1.217	19	1.077	37	1.1
2	1	20	1.414	38	1
3	1.077	21	1.02	39	1.1
4	1.2	22	1.217	40	1.2
5	1.342	23	1.141	41	1.077
6	1.342	24	1.165	42	1
7	1.4	25	1.414	43	1.166
8	1.159	26	1	44	1.02
9	1.166	27	1.265	45	1.2
10	1	28	1.217	46	1.2
11	1.414	29	1	47	1.265
12	1.217	30	1	48	1.2
13	1.4	31	1.166	49	1.149
14	1.166	32	1.117	50	1.1
15	1	33	1.2	51	1.077
16	1.281	34	1	52	1.4
17	1.02	35	1.141	Σ	60.451
18	1.077	36	1.165	X	1.83184848

Tabla N° 13. Datos Para distribución de frecuencia

N° de datos	52
Vmax	1.414
Vmin	1
Rango	0.414
N° de intervalos	6.663
Amplitud de clase	0.069
Diferencia	

Tabla N° 14. Distribución de frecuencia

Intervalos de Clase		Marca de clase	fi	Fi	hi	f%
Limite inferior	Limite superior					
1	1.069	1.0345	12	12	0.231	23.077
1.069	1.138	1.1035	9	21	0.173	17.308
1.138	1.207	1.1725	16	37	0.308	30.769
1.207	1.276	1.2415	6	43	0.115	11.538
1.276	1.345	1.3105	3	46	0.058	5.769
1.345	1.414	1.3795	6	52	0.115	11.538

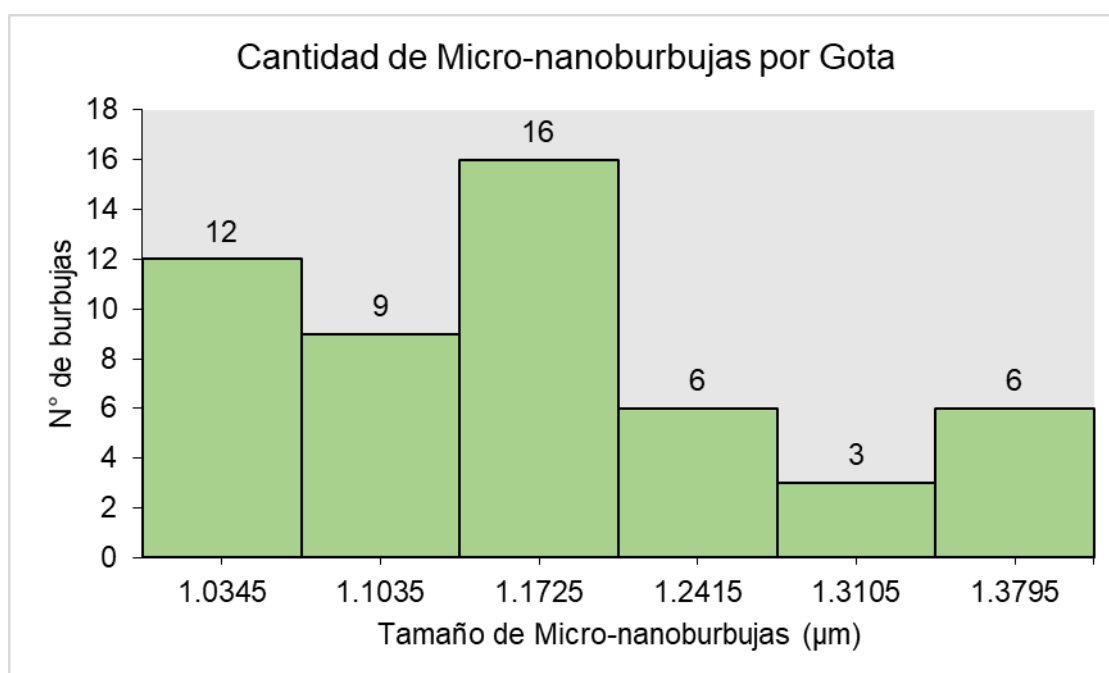


Figura N° 31. Histograma de N° y diámetro de Micro-nanoburbujas por gota

c) Determinación del % de humedad de las muestras

- M1 (20 min)

Datos

Peso del crisol: 37.173 g

Eso del papel filtro: 0.998 g

Pi = 42.332 – 38.171 = 4.161 g

Pf = 39.406 – 38.171 = 1.235 g

$$\%H = \frac{4.161 - 1.235}{4.161} \times 100 = 70.319$$

Para poder realizar una curva del porcentaje de humedad, a medida que pasa el tiempo, se realizaron 4 pesadas en un intervalo de 1 hora cada una. La hora de inicio, fue desde las 7:18 pm hasta las 10:18 pm

P₁ = 42.332 – 38.171 = 4.161

P₂ = 40.413 – 38.171 = 2.242

P₃ = 39.748 – 38.71 = 1.577

P₄ = 39.489 – 38.171 = 1.318

$$\%H_{1-2} = \frac{4.161 - 2.242}{4.161} \times 100 = 46.118$$

$$\%H_{2-3} = \frac{2.242 - 1.577}{2.242} \times 100 = 29.661$$

$$\%H_{3-4} = \frac{1.577 - 1.318}{1.577} \times 100 = 16.424$$

- M1 (40 min)

Datos

Peso del crisol: 34.709 g

Eso del papel filtro: 0.998 g

Pi = 45.159 – 35.707 = 9.452 g

Pf = 40.675 – 35.707 = 4.968 g

$$\%H = \frac{9.452 - 4.968}{9.452} \times 100 = 47.439$$

Para poder realizar una curva del porcentaje de humedad, a medida que pasa el tiempo, se realizaron 4 pesadas en un intervalo de 1 hora cada una. La hora de inicio, fue desde las 7:18 pm hasta las 10:18 pm

$$P_1 = 45.159 - 35.707 = 9.452$$

$$P_2 = 42.580 - 35.707 = 6.873$$

$$P_3 = 41.996 - 35.707 = 6.289$$

$$P_4 = 41.531 - 35.707 = 5.824$$

$$\%H_{1-2} = \frac{9.452 - 6.837}{9.452} \times 100 = 27.285$$

$$\%H_{2-3} = \frac{6.873 - 6.289}{6.873} \times 100 = 8.497$$

$$\%H_{3-4} = \frac{6.289 - 5.824}{6.283} \times 100 = 7.394$$

- M1 (60 min)

Datos

Peso del crisol: 31.248 g

Eso del papel filtro: 0.998 g

$$P_i = 36.337 - 32.246 = 4.091 \text{ g}$$

$$P_f = 33.366 - 32.246 = 1.12 \text{ g}$$

$$\%H = \frac{4.091 - 1.12}{4.091} \times 100 = 72.623$$

Para poder realizar una curva del porcentaje de humedad, a medida que pasa el tiempo, se realizaron 4 pesadas en un intervalo de 1 hora cada una. La hora de inicio, fue desde las 7:18 pm hasta las 10:18 pm

$$P_1 = 36.337 - 32.246 = 4.091$$

$$P_2 = 34.201 - 32.246 = 1.955$$

$$P_3 = 33.690 - 32.246 = 1.444$$

$$P_4 = 33.428 - 32.246 = 1.182$$

$$\%H_{1-2} = \frac{4.091 - 1.955}{4.091} \times 100 = 52.212$$

$$\%H_{2-3} = \frac{1.955 - 1.444}{1.955} \times 100 = 26.138$$

$$\%H_{3-4} = \frac{1.444 - 1.182}{1.444} \times 100 = 18.144$$

- M2 (20 min)

Datos

Peso del crisol: 32.553 g

Eso del papel filtro: 0.998 g

$$P_i = 39.350 - 33.551 = 5.799 \text{ g}$$

$$P_f = 35.626 - 33.551 = 2.075 \text{ g}$$

$$\%H = \frac{5.799 - 2.075}{5.799} \times 100 = 64.218$$

Para poder realizar una curva del porcentaje de humedad, a medida que pasa el tiempo, se realizaron 4 pesadas en un intervalo de 1 hora cada una. La hora de inicio, fue desde las 7:18 pm hasta las 10:18 pm

$$P_1 = 39.350 - 33.551 = 5.799$$

$$P_2 = 37.968 - 33.551 = 4.417$$

$$P_3 = 37.316 - 33.551 = 3.765$$

$$P_4 = 36.758 - 33.551 = 3.207$$

$$\%H_{1-2} = \frac{5.799 - 4.417}{5.799} \times 100 = 23.832$$

$$\%H_{2-3} = \frac{4.417 - 3.765}{4.417} \times 100 = 14.761$$

$$\%H_{3-4} = \frac{3.765 - 3.207}{3.765} \times 100 = 14.821$$

- M2 (40 min)

Datos

Peso del crisol: 30.333 g

Eso del papel filtro: 0.998 g

Pi = 42.298 – 31.331 = 10.967 g

Pf = 37.360 – 31.331 = 6.029 g

$$\%H = \frac{10.967 - 6.029}{10.967} \times 100 = 45.026$$

Para poder realizar una curva del porcentaje de humedad, a medida que pasa el tiempo, se realizaron 4 pesadas en un intervalo de 1 hora cada una. La hora de inicio, fue desde las 7:18 pm hasta las 10:18 pm

$$P_1 = 42.298 - 31.331 = 10.967$$

$$P_2 = 40.833 - 31.331 = 9.502$$

$$P_3 = 40.045 - 31.331 = 8.714$$

$$P_4 = 38.997 - 33.331 = 7.666$$

$$\%H_{1-2} = \frac{10.967 - 9.502}{10.967} \times 100 = 13.358$$

$$\%H_{2-3} = \frac{9.502 - 8.714}{9.502} \times 100 = 8.293$$

$$\%H_{3-4} = \frac{8.714 - 7.666}{8.714} \times 100 = 12,027$$

- **M2 (60 min)**

Datos

Peso del crisol: 44.088 g

Eso del papel filtro: 0.998 g

Pi = 53.074 – 45.086 = 7.988 g

Pf= 48.753 – 45.086 = 3.667 g

$$\%H = \frac{7.988 - 3.667}{7.988} \times 100 = 54.093$$

Para poder realizar una curva del porcentaje de humedad, a medida que pasa el tiempo, se realizaron 4 pesadas en un intervalo de 1 hora cada una. La hora de inicio, fue desde las 7:18 pm hasta las 10:18 pm

P₁ = 53.074 – 45.086 = 7.988

P₂ = 51.718 – 45.086 = 6.632

P₃ = 50.981 – 45.086 = 5.895

P₄ = 50.317 – 45.086 = 5.231

$$\%H_{1-2} = \frac{7.988 - 6.632}{7.988} \times 100 = 16.975$$

$$\%H_{2-3} = \frac{6.632 - 5.985}{6.632} \times 100 = 11.113$$

$$\%H_{3-4} = \frac{5.895 - 5.231}{5.231} \times 100 = 11.264$$

- **M3 (20 min)**

Datos

Peso del crisol: 47.449 g

Eso del papel filtro: 0.998 g

$$P_i = 55.421 - 48.447 = 6.974 \text{ g}$$

$$P_f = 50.477 - 48.447 = 2.03 \text{ g}$$

$$\%H = \frac{6.974 - 2.03}{6.974} \times 100 = 70.891$$

Para poder realizar una curva del porcentaje de humedad, a medida que pasa el tiempo, se realizaron 4 pesadas en un intervalo de 1 hora cada una. La hora de inicio, fue desde las 7:18 pm hasta las 10:18 pm

$$P_1 = 55.421 - 48.447 = 6.974$$

$$P_2 = 54.471 - 48.447 = 6.024$$

$$P_3 = 53.923 - 48.447 = 5.476$$

$$P_4 = 53.113 - 48.447 = 4.666$$

$$\%H_{1-2} = \frac{6.974 - 6.024}{6.974} \times 100 = 13.622$$

$$\%H_{2-3} = \frac{6.024 - 5.476}{6.024} \times 100 = 9.097$$

$$\%H_{3-4} = \frac{5.476 - 4.666}{5.476} \times 100 = 14.792$$

- M3 (40 min)

Datos

Peso del crisol: 49.787 g

Eso del papel filtro: 0.998 g

$$P_i = 57.611 - 50.785 = 6.826 \text{ g}$$

$$P_f = 52.638 - 50.785 = 1.853 \text{ g}$$

$$\%H = \frac{6.826 - 1.853}{6.826} \times 100 = 72.853$$

Para poder realizar una curva del porcentaje de humedad, a medida que pasa el tiempo, se realizaron 4 pesadas en un intervalo de 1 hora cada una. La hora de inicio, fue desde las 7:18 pm hasta las 10:18 pm

$$P_1 = 57.611 - 50.785 = 6.826$$

$$P_2 = 56.767 - 50.785 = 5.982$$

$$P_3 = 55.658 - 50.785 = 4.873$$

$$P_4 = 55.142 - 50.785 = 4.357$$

$$\%H_{1-2} = \frac{6.826 - 5.982}{6.826} \times 100 = 12.364$$

$$\%H_{2-3} = \frac{5.982 - 4.873}{5.982} \times 100 = 18.538$$

$$\%H_{3-4} = \frac{4.873 - 4.357}{4.873} \times 100 = 10.588$$

- **M3 (60 min)**

Datos

Peso del crisol: 44.411 g

Peso del papel filtro 1: 0.998 g

Peso del papel filtro 2: 1.013

$$P_i = 64.754 - 46.422 = 18.332 \text{ g}$$

$$P_f = 54.315 - 46.422 = 7.893 \text{ g}$$

$$\%H = \frac{18.332 - 7.893}{18.332} \times 100 = 56.944$$

Para poder realizar una curva del porcentaje de humedad, a medida que pasa el tiempo, se realizaron 4 pesadas en un intervalo de 1 hora cada una. La hora de inicio, fue desde las 7:18 pm hasta las 10:18 pm

$$P_1 = 64.754 - 46.422 = 18.332$$

$$P_2 = 63.768 - 46.422 = 17.346$$

$$P_3 = 62.686 - 46.422 = 16.264$$

$$P_4 = 61.696 - 46.422 = 15.274$$

$$\%H_{1-2} = \frac{18.332 - 17.346}{18.332} \times 100 = 5.387$$

$$\%H_{2-3} = \frac{17.346 - 16.264}{17.346} \times 100 = 6.237$$

$$\%H_{3-4} = \frac{16.264 - 15.274}{16.264} \times 100 = 6.087$$

ANEXO 10

DATOS DE VALIDACION DE INSTRUMENTOS CON EL PROGRAMA SPSS

Fiabilidad

[ConjuntoDatos0]

Advertencias

Cada una de las variables de componente siguiente tiene una varianza cero y se ha eliminado de la escala: CLARIDAD

El determinante de la matriz de covarianzas es cero o aproximadamente cero. Las estadísticas basadas en su matriz inversa no se pueden calcular y se visualizan como valores perdidos por el sistema.

Escala: ALL VARIABLES

Resumen de procesamiento de casos

		N	%
Casos	Válido	3	100,0
	Excluido ^a	0	,0
	Total	3	100,0

a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
,918	,923	9

Estadísticas de total de elemento

	Media de escala si el elemento se ha suprimido	Varianza de escala si el elemento se ha suprimido	Correlación total de elementos corregida	Correlación múltiple al cuadrado	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
OBJETIVIDAD	740,00	525,000	,756	.	,907
→ ACTUALIDAD	741,67	658,333	-,225	.	,955
ORGANIZACIÓN	740,00	525,000	,756	.	,907
SUFICIENCIA	741,67	508,333	,896	.	,899
INTENCIONALIDAD	738,33	408,333	,990	.	,886
CONSISTENCIA	741,67	508,333	,896	.	,899
COHERENCIA	741,67	508,333	,896	.	,899
METODOLOGÍA	740,00	400,000	,866	.	,905
PERTINENCIA	741,67	508,333	,896	.	,899

Estadísticas de elemento

	Media	Desviación estándar	N
OBJETIVIDAD	93,33	2,887	3
ACTUALIDAD	91,67	2,887	3
ORGANIZACIÓN	93,33	2,887	3
SUFICIENCIA	91,67	2,887	3
INTENCIONALIDAD	95,00	5,000	3
CONSISTENCIA	91,67	2,887	3
COHERENCIA	91,67	2,887	3
METODOLOGÍA	93,33	5,774	3
PERTINENCIA	91,67	2,887	3

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO****I. DATOS GENERALES**

1.1. Apellidos y Nombres: Valverde Flores Johnny Wilfredo
 1.2. Cargo e institución donde labora: Universidad Cesar Vallejo
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Guía de entrevista
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Araceli Atencio García

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.													X
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													X
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

90 %

Lima, 16 de Junio del 2017Johnny Valverde P

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 18120253 Telf.: 949585952



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Valverde Flores Johnny Wilfredo
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Universidad César Vallejo
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Hoja de toma de muestra
- 1.4. Autor(A) de Instrumento: Araceli Atanacio Gorrea

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.													X
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													X
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

90 %

Lima, 16 de Junio del 2017Johnny Valverde

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 18120253 Telf.: 949585952



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Valverde Flores Johnny Wilfredo
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Universidad César Vallejo
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Aplicación del método de Nono flotación
- 1.4. Autor(A) de Instrumento: Araceli Atanasio Garcia

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.													X
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													X
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

90 %

Lima, 16 de Junio del 2017Johnny Valverde P

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 18120253 Telf.: 949585952



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Valverde Flores Johnny Wilfredo
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Universidad César Vallejo
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Hoja de comparación de resultados del tratamiento
- 1.4. Autor(A) de Instrumento: Araceli Atencio Garcia

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.													X
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													X
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

90 %

Lima, 16 de Junio del 2017Johnny Valverde P

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 18120253 Telf.: 949585952



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Valverde Flores Johnny Wilfredo
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Universidad César Vallejo
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Hoja de registro de análisis final
- 1.4. Autor(A) de Instrumento: Araceli Atencio Garcia

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.													X
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													X
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

90 %

Lima, 16 de Junio del 2017Johnny Valverde P

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 18120253 Telf.: 949585952



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Mendoza Mogollón Germánico Jorge
 1.2. Cargo e institución donde labora: Dir. de Medio Ambiente - Municipalidad del Hito
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Guía de entrevista
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Araceli Atencio Garcia

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

90 %

Lima, 17 de Junio del 2017

Germánico Jorge
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 CIP: 200348
 DNI No. 72446347 Telf.: 974612339



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Mendoza Megollo, Gianmarco Jorge
 1.2. Cargo e institución donde labora: Jefe de Medio Ambiente - Municipalidad del Hito
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Hoja de toma de muestra
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Arauel, Atencia, Carlos

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

Se

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

90 %

Lima, 17 de Junio del 2017

Gianmarco Mendoza
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 CIP: 200348
 DNI No. 72946347 Telf.: 979612339



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Mendoza Megallón Grammao Jorge
 1.2. Cargo e institución donde labora: Jefe de Medio Ambiente - Municipalidad del Pisco
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Hoja de aplicación del tratamiento
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Araceli Alvarado Coruña

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

Se

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

90 %

Lima, 17 de Junio del 2017

Grammao Jorge
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 CIP: 200343
 DNI No. 72446347 Telf.: 974612339



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Maiborza Megollo Giammarco Jorge
 1.2. Cargo e institución donde labora: Jefe de Medio Ambiente - Municipalidad del Hemic
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Hoja de registro de análisis final
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Araceli Atencio Garcia

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

Se

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

90 %

Lima, 17 de Junio del 2017

Giammarco Jorge
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 CIP: 200343
 DNI No. 72446347 Telf.: 974612339



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Mendoza Mogallón Grammauco Jorge
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Jefe de Medio Ambiente - Municipalidad del Huit
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Hoja de comparación de resultados del instrumento
- 1.4. Autor(A) de Instrumento: Araceli Atencio Gorcio

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

Se

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

90 %

Lima, 17 de Junio del 2017

Grammauco Jorge
FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
CIP: 200348
DNI No. 72446347 Telf.: 974612339



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: PERAZA MEDINA JUAN ALBERTO
 1.2. Cargo e institución donde labora: Universidad César Vallejo
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Hoja de toma de muestra
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Araeli Atencio Garcia

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

Si

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

92 %

Lima, del 2017

Juan Peraza
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 0912799 Telf.: 981521062

CIP 56071



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: PERALTA MEDINA JUAN ALBERTO
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Universidad César Vallejo
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Guía de entrevista
- 1.4. Autor(A) de Instrumento: Araceli Atanacio Garcia

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

92 %

Lima, del 2017

Juan Peralta
FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 9912799 Telf.: 981521062

CIP 56071



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: PERAZA MEDINA JUAN ALBERTO
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Universidad César Vallejo
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Hoja de comparación de resultados del tratamiento
- 1.4. Autor(A) de Instrumento: Araceli Atanacio Garza

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

Si

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

92 %

Lima, del 2017

Juan Peraza
FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 9912709 Telf. 981521062CIP 56071



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: PERAZA MEDINA JUAN ALBERTO
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Universidad César Vallejo
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Apog. de aplicación del tratamiento
- 1.4. Autor(A) de Instrumento: Araceli Atencio Garcia

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

Si

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

92 %

Lima, del 2017

[Firma]
FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 9912799 Telf.: 981521062CIP 56071



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: PERAZA MEDINA JUAN ALBERTO
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Universidad César Vallejo
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Hoja de registro de análisis final
- 1.4. Autor(A) de Instrumento:

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

Sí

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

92 %

Lima, del 2017

Juan Peraza
FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 0912709 Telf. 981521062CIP 56071



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE CIENCIAS

LABICER (Laboratorio N° 12)

ANÁLISIS QUÍMICO, CONSULTORÍA E INVESTIGACIÓN



INFORME TÉCNICO N° 0464 – 18 – LABICER

1. **DATOS DEL SOLICITANTE**
 - 1.1 NOMBRE DEL SOLICITANTE : JAIRA ARACELI ATANACIO GARCÍA
 - 1.2 D.N.I. : 71941910
2. **FECHA DE EMISIÓN**
 - 2.1 FECHA DE RECEPCIÓN : 28 / 03 / 2018
 - 2.2 FECHA DE ENSAYO : 04 / 04 / 2018
 - 2.3 FECHA DE EMISIÓN : 06 / 04 / 2018
3. **ANÁLISIS SOLICITADO** : ANÁLISIS DE DENSIDAD EN RESIDUOS CALCAREOS
4. **DATOS REFERENCIALES DE LA MUESTRA SEGÚN SOLICITANTE**
 - 4.1 IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS : 01 MUESTRA DE RESIDUOS DE MATERIAL CALCAREO M1 (10 g)
5. **LUGAR DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA** : LABORATORIO LABICER - FACULTAD DE CIENCIAS
6. **CONDICIONES AMBIENTALES** : Temperatura: 25 °C; Humedad relativa: 64 %
7. **MÉTODO DE REFERENCIA** : ASTM C110
8. **RESULTADOS**

ENSAYO	DENSIDAD g/cm ³
1	2.72
2	2.75
3	2.74
Promedio	2.73
D.S. ⁽¹⁾	0.02

⁽¹⁾D.S.: Desviación estándar.

9. **VALIDEZ DEL INFORME TÉCNICO**

El Informe técnico es válido solo para la muestra y las condiciones indicadas en los ítems del uno (1) al cuatro (4) del presente informe técnico.


Bach. Jesús Utano Reyes
Analista Químico
LABICER - UNI

El Laboratorio no se responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra.


M.Sc. Otilia Acha de la Cruz
Responsable de Análisis
Jefa de laboratorio
CQP 202



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE CIENCIAS

LABICER (Laboratorio N° 12)

ANÁLISIS QUÍMICO, CONSULTORÍA E INVESTIGACIÓN



INFORME TÉCNICO N° 0463 – 18 – LABICER

1. **DATOS DEL SOLICITANTE**
 - 1.1 NOMBRE DEL SOLICITANTE : JAIRA ARACELI ATANACIO GARCÍA
 - 1.2 D.N.I. : 71941910
2. **FECHA DE EMISIÓN**
 - 2.1 FECHA DE RECEPCIÓN : 28 / 03 / 2018
 - 2.2 FECHA DE ENSAYO : 04 / 04 / 2018
 - 2.3 FECHA DE EMISIÓN : 06 / 04 / 2018
3. **ANÁLISIS SOLICITADO** : ANÁLISIS DE DENSIDAD EN RESIDUOS CALCAREOS
4. **DATOS REFERENCIALES DE LA MUESTRA SEGÚN SOLICITANTE**
 - 4.1 IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS : 01 MUESTRA DE RESIDUOS DE MATERIAL CALCAREO M3 (60 min)
5. **LUGAR DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA** : LABORATORIO LABICER - FACULTAD DE CIENCIAS
6. **CONDICIONES AMBIENTALES** : Temperatura: 25 °C; Humedad relativa: 64 %
7. **MÉTODO DE REFERENCIA** : ASTM C110
8. **RESULTADOS**

ENSAYO	DENSIDAD g/cm ³
1	2.15
2	2.26
Promedio	2.20
D.S. ⁽¹⁾	0.07

⁽¹⁾D.S.: Desviación estándar.

9. **VALIDEZ DEL INFORME TÉCNICO**

El Informe técnico es válido solo para la muestra y las condiciones indicadas en los ítems del uno (1) al cuatro (4) del presente informe técnico.


Bach. Jesús Utano Reyes
Analista Químico
LABICER - UNI


M.Sc. Otilia Acha de la Cruz
Responsable de Análisis
Jefa de laboratorio
CQP 202

El Laboratorio no se responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE CIENCIAS

LABICER (Laboratorio N° 12)

ANÁLISIS QUÍMICO, CONSULTORÍA E INVESTIGACIÓN



INFORME TÉCNICO N° 0462 – 18 – LABICER

1. **DATOS DEL SOLICITANTE**
 - 1.1 NOMBRE DEL SOLICITANTE : JAIRA ARACELI ATANACIO GARCÍA
 - 1.2 D.N.I. : 71941910
2. **FECHA DE EMISIÓN**
 - 2.1 FECHA DE RECEPCIÓN : 28 / 03 / 2018
 - 2.2 FECHA DE ENSAYO : 04 / 04 / 2018
 - 2.3 FECHA DE EMISIÓN : 06 / 04 / 2018
3. **ANÁLISIS SOLICITADO** : ANÁLISIS DE DENSIDAD EN RESIDUOS CALCAREOS
4. **DATOS REFERENCIALES DE LA MUESTRA SEGÚN SOLICITANTE**
 - 4.1 IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS : 01 MUESTRA DE RESIDUOS DE MATERIAL CALCAREO M2 (60 min)
5. **LUGAR DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA** : LABORATORIO LABICER - FACULTAD DE CIENCIAS
6. **CONDICIONES AMBIENTALES** : Temperatura: 25 °C; Humedad relativa: 64 %
7. **MÉTODO DE REFERENCIA** : ASTM C110
8. **RESULTADOS**

ENSAYO	DENSIDAD g/cm ³
1	2.74
2	2.63
3	2.71
Promedio	2.69
D.S. ⁽¹⁾	0.06

⁽¹⁾D.S.: Desviación estándar.

9. **VALIDEZ DEL INFORME TÉCNICO**

El Informe técnico es válido solo para la muestra y las condiciones indicadas en los ítems del uno (1) al cuatro (4) del presente informe técnico.


Bach. Jesús Utano Reyes
Analista Químico
LABICER - UNI


M.Sc. Otilia Acha de la Cruz
Responsable de Análisis
Jefa de laboratorio
CQP 202

El Laboratorio no se responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE CIENCIAS
LABICER (Laboratorio N° 12)
ANÁLISIS QUÍMICO, CONSULTORÍA E INVESTIGACIÓN



INFORME TÉCNICO N° 0460 – 18 – LABICER


1. **DATOS DEL SOLICITANTE**
 - 1.1 NOMBRE DEL SOLICITANTE : JAIRA ARACELI ATANACIO GARCÍA
 - 1.2 D.N.I. : 71941910
2. **FECHA DE EMISIÓN**
 - 2.1 FECHA DE RECEPCIÓN : 28 / 03 / 2018
 - 2.2 FECHA DE ENSAYO : 04 / 04 / 2018
 - 2.3 FECHA DE EMISIÓN : 06 / 04 / 2018
3. **ANÁLISIS SOLICITADO** : ANÁLISIS DE DENSIDAD EN RESIDUOS CALCAREOS
4. **DATOS REFERENCIALES DE LA MUESTRA SEGÚN SOLICITANTE**
 - 4.1 IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS : 01 MUESTRA DE RESIDUOS DE MATERIAL CALCAREO M1 (40 min)
5. **LUGAR DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA** : LABORATORIO LABICER - FACULTAD DE CIENCIAS
6. **CONDICIONES AMBIENTALES** : Temperatura: 25 °C; Humedad relativa: 64 %
7. **MÉTODO DE REFERENCIA** : ASTM C110
8. **RESULTADOS**

ENSAYO	DENSIDAD g/cm ³
1	2.39
2	2.28
3	2.35
Promedio	2.34
D.S. ⁽¹⁾	0,05

⁽¹⁾D.S.: Desviación estándar.

9. **VALIDEZ DEL INFORME TÉCNICO**

El Informe técnico es válido solo para la muestra y las condiciones indicadas en los ítems del uno (1) al cuatro (4) del presente informe técnico.


Bach. Jesús Utano Reyes
Analista Químico
LABICER - UNI


M.Sc. Otilia Acha de la Cruz
Responsable de Análisis
Jefa de laboratorio
CQP 202

El Laboratorio no se responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra.



CENTRO DE INVESTIGACIONES TECNOLÓGICAS, BIOMÉDICAS Y MEDIOAMBIENTALES

Lima, 04 de diciembre de 2017

Srta. Aracely Atanacio García.
UNIVERSIDAD CESAR VELLEJO

Presente. -

De mi mayor consideración:

Es grato dirigirme a usted para saludarla cordialmente y, a la vez, hacerle llegar adjunto a esta carta el informe de medición y análisis de una (01) muestra, de acuerdo a la cotización N°. 003-LASS-CITBM-17

Sin otro particular, reciba mis saludos cordiales.

Atentamente,

Dr. Carlos Landauro Sáenz
CITBM

Adj.: Informe N°. 003-LASS-CITBM-17 del servicio de medida y de análisis por fluorescencia de rayos X.



CENTRO DE INVESTIGACIONES TECNOLÓGICAS, BIOMÉDICAS Y MEDIOAMBIENTALES

REPORTE DE MEDICIÓN Y ANÁLISIS DE UNA MUESTRA POR FLUORESCENCIA DE RAYOS X

Informe N° 0032-LASS-CITBM-17

Fecha: 04 de diciembre de 2017

Solicitante: Srta. Aracely Atanacio García / e-mail: aatanacioj@gmail.com

Institución: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

CONSIDERACIONES EXPERIMENTALES:

Condiciones de la medición:

- El análisis se realizó en un Espectrómetro de Fluorescencia Total de Rayos X marca **BRUKER**, modelo **S2-PICOFOX**.
- Fuente de rayos X: Tubo de Mo.
- Estándar internacional para cuantificación: Galio (Ga), concentración de 1g/l.
- Tiempo 500 seg.

Características de las muestras analizadas:

Se analizó 25mg de la muestra en polvo, la cual fue tamizada previamente a malla 325 mesh.

ANÁLISIS DEL ESPECTRO DE LA MUESTRA:

El espectro correspondiente a la muestra analizada, se observa en la Figura 1.

Al realizar la comparación del espectro de la muestra analizada (véase la Figura 1) con las energías características de los elementos de la tabla periódica a partir del Sodio (Na), se encontraron principalmente *Fosforo (P)*, *Azufre (S)*, *Potasio (K)*, *Calcio (Ca)*, *Manganeso (Mn)*, *Hierro (Fe)*, *Zinc (Zn)*, *Arsénico (As)*, *Estroncio (Sr)*, (véase Figura 2). Los porcentajes en peso de los elementos presentes en la muestra se muestran en la Tabla 1.

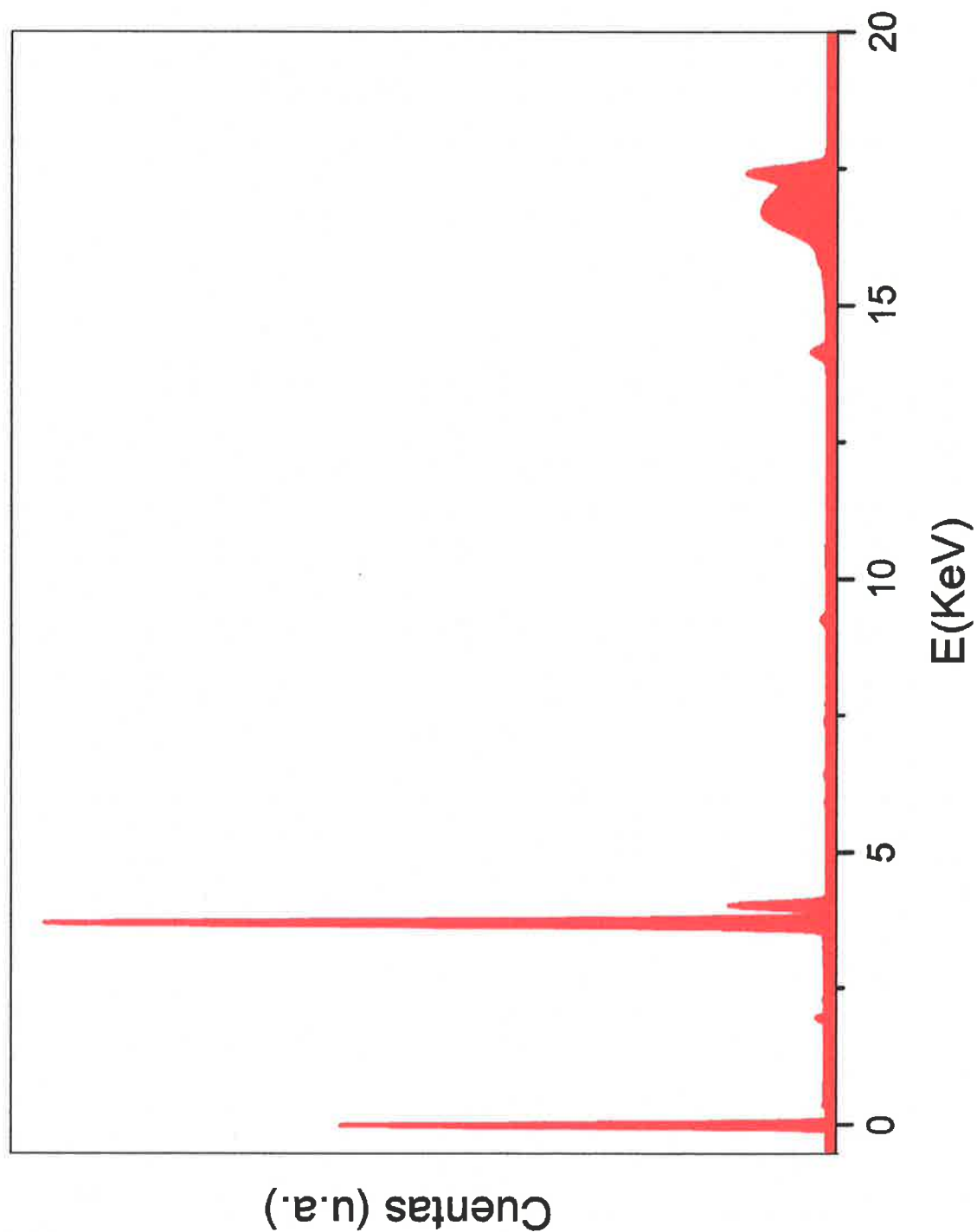


Figura 1. Espectro de la muestra "M2017-037-001-MUESTRA1.



CENTRO DE INVESTIGACIONES TECNOLÓGICAS, BIOMÉDICAS Y MEDIOAMBIENTALES

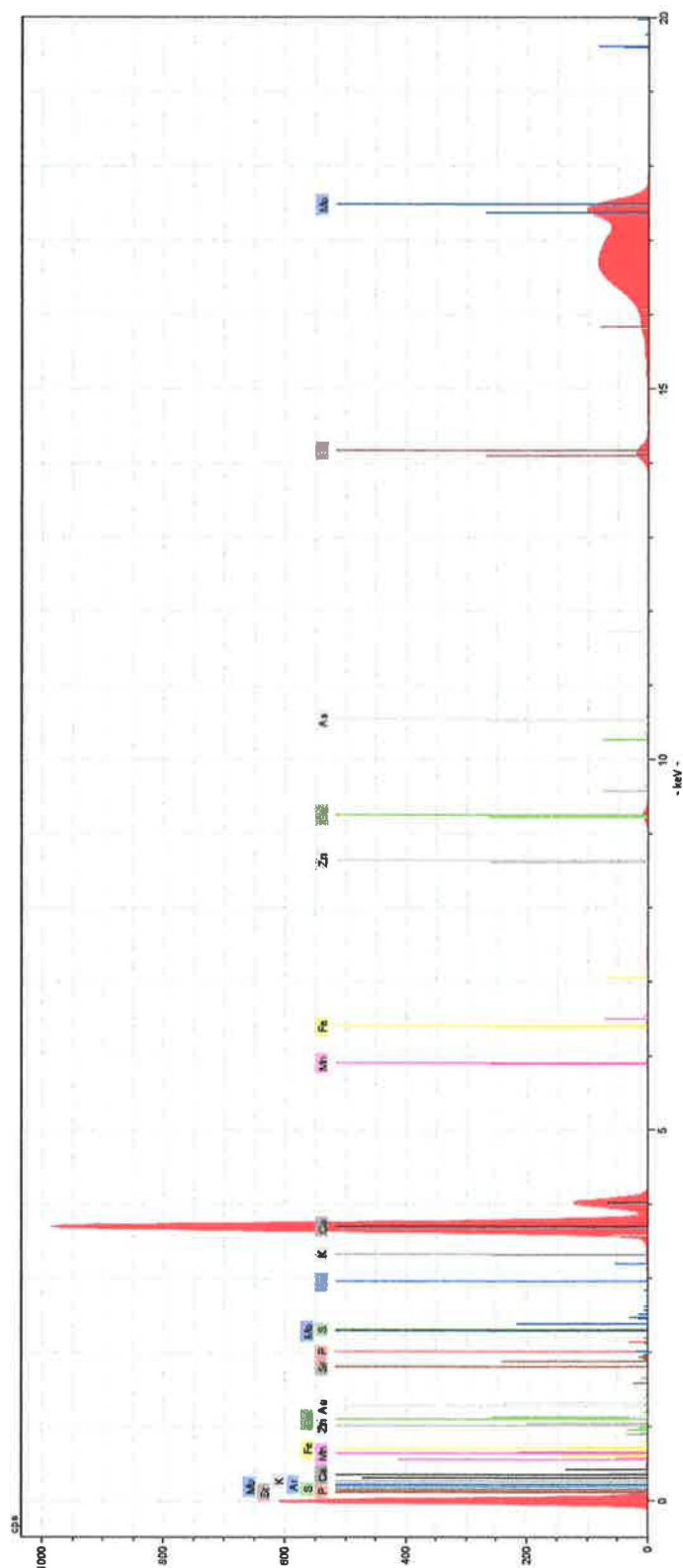


Figura 2. Espectro de la muestra analizada con los correspondientes elementos detectados.



Tabla 1. Porcentaje en peso de los elementos presentes en la muestra

MUESTRA	Elemento	Conc. mg/kg
M2017-037-001-MUESTRA1	<i>Fosforo (P),</i>	<i>2009</i>
	<i>Azufre (S),</i>	<i>516.2</i>
	<i>Potasio (K)</i>	<i>168.6</i>
	<i>Calcio (Ca)</i>	<i>159230</i>
	<i>Manganeso (Mn)</i>	<i>82.9</i>
	<i>Hierro (Fe)</i>	<i>125.5</i>
	<i>Zinc (Zn)</i>	<i>7.4</i>
	<i>Arsénico (As),</i>	<i>27.2</i>
	<i>Estroncio (Sr)</i>	<i>359.4</i>



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Lima, 04 de diciembre del 2017

Srta. Aracely Atanacio García.
UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
Presente. -

De mi mayor consideración:

Es grato dirigirme a usted para saludarla cordialmente y, a la vez, hacerle llegar adjunto a esta carta el informe de medición y análisis de cuatro (04) muestras, de acuerdo a la cotización N°. **054-FCF-LDRX-UNMSM-17**

Sin otro particular, reciba mis saludos cordiales.

Atentamente,

Dr. Carlos Landauro Sáenz
Laboratorio de Difracción de Rayos-X



Adj.: Informe N°. 037-LDRX-FCF-UNMSM-2017 del servicio de medida y de análisis por difracción de rayos X.

Ciudad Universitaria, Pabellón de Ciencias Físicas, Calle Germán Amézaga N° 375, Lima, 1 (Perú)
Teléfono: 619-7000 anexo 3821.



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

REPORTE DE MEDICIÓN Y ANÁLISIS DE CUATRO MUESTRAS POR DIFRACCIÓN DE RAYOS X

Informe N° 037-FCF-UNMSM-2017

Fecha: 04 de diciembre del 2017

Solicitante: Srta. Aracely Atanacio García / e-mail: aatanacioj@gmail.com

Institución: UNIVERSIDAD CESER VALLEJO

CONSIDERACIONES EXPERIMENTALES:

Condiciones de la medición:

- El análisis se realizó en un difractómetro marca **BRUKER**, modelo **D8-FOCUS**.
- Se empleó un tubo de Cu cuya longitud de onda, correspondiente a $K_{\alpha 1}$ -Cu, es $\lambda = 1.5406 \text{ \AA}$.
- Rango angular de análisis (2θ):
 - Inicio: 5° .
 - Final: 100° .
 - Paso: 0.04° .
 - Tiempo por paso: 1 seg.
- Generador Rayos-X:
 - Voltaje de salida del tubo = 40 kV.
 - Corriente de salida del tubo = 40 mA.
- Tipo de detector:
 - PSD Lynxeye

Características de las muestras analizadas:

Se analizaron cuatro (04) muestras, cuya medida se realizó usando un portamuestra estándar. Dichas muestras fueron codificadas tal como se detalla en la Tabla 1; además de la codificación brindada por la solicitante.

Tabla 1. Codificación de las muestras medidas y analizadas.

Código LDRX	Código solicitante
M2017-037-001- MUESTRA1	MUESTRA1
M2017-037-002-M1-40MIN	M1-40MIN
M2017-037-003-M2-60MIN	M2-60MIN
M2017-037-004-M3-60MIN	M3-60MIN



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

ANÁLISIS DE LOS DIFRACTOGRAMAS DE LAS MUESTRAS:

El difractograma de las muestras analizadas se observa en las Figuras 1 – 4. Con la finalidad de una mejor visualización de las diferencias entre las muestras analizadas, en la Figura 5 se observa la comparación en vertical de dichos difractogramas.

Al realizar la comparación del difractograma de la muestra codificada como “M2017-037-001- MUESTRA1” (véase la Figura 1) con los difractogramas de la base de datos ICDD-2007, y considerando la información proporcionada por la solicitante, se identificaron principalmente las fases: *Calcite* (CaCO_3), *Aragonite* (CaCO_3), *Calcium* (Ca) *Carbon* (C). Las fichas JCPDS-PDF asociada a estas fases son 05-0586, 41-1475, 10-0348, 26-1080 (véase la Figura 6). Asimismo, para estimar y verificar el porcentaje en peso (%W) de las principales fases identificadas, se utilizó el método Rietveld; donde dichos valores se observan en la Tabla 2.

Tabla 2. principales fases presentes en la muestra “M2017-037-001- MUESTRA1”

Muestra	Fase	% W
M2017-037-001- MUESTRA1	<i>Calcite</i> (CaCO_3)	95.9
	<i>Aragonite</i> (CaCO_3)	1.3
	<i>Calcium</i> (Ca)	2.2
	<i>Carbon</i> (C)	0.6

Así mismo, al comparar el difractograma de la muestra codificada como “M2017-037-002-M1-40MIN” (véase la Figura 2) con los difractogramas de la base de datos ICDD-2007, y considerando la información proporcionada por la solicitante, se identificaron principalmente las fases *Calcite* (CaCO_3), *Aragonite* (CaCO_3), *Calcium* (Ca) *Carbon* (C). Las fichas JCPDS-PDF asociada a estas fases son 05-0586, 41-1475, 10-0348, 26-1080 (véase la Figura 7). Asimismo, para estimar y verificar el porcentaje en peso (%W) de las principales fases identificadas, se utilizó el método Rietveld; donde dichos valores se observan en la Tabla 3.



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Tabla 3. principales fases presentes en la muestra “M2017-037-002-M1-40MIN”

Muestra	Fase	% W
M2017-037-002-M1-40MIN	<i>Calcite</i> (<i>CaCO₃</i>)	95.9
	<i>Aragonite</i> (<i>CaCO₃</i>)	1.8
	<i>Calcium</i> (<i>Ca</i>)	2.1
	<i>Carbon</i> (<i>C</i>)	0.2

Del mismo modo, de la comparación del difractograma de la muestra codificada como “M2017-037-003-M2-60MIN” (véase la Figura 3) con los difractogramas de la base de datos ICDD-2007, y considerando la información proporcionada por la solicitante, se identificaron principalmente las fases *Calcite (CaCO₃)*, *Aragonite (CaCO₃)*, *Calcium (Ca)* *Carbon (C)*. Las fichas JCPDS-PDF asociada a estas fases son 05-0586, 41-1475, 10-0348, 26-1080 (véase la Figura 8). Asimismo, para estimar y verificar el porcentaje en peso (%W) de las principales fases identificadas, se utilizó el método Rietveld; donde dichos valores se observan en la Tabla 3.

Tabla 3. principales fases presentes en la muestra “M2017-037-003-M2-60MIN”

Muestra	Fase	% W
M2017-037-003-M2-60MIN	<i>Calcite</i> (<i>CaCO₃</i>)	97.9
	<i>Aragonite</i> (<i>CaCO₃</i>)	1.6
	<i>Calcium</i> (<i>Ca</i>)	0.3
	<i>Carbon</i> (<i>C</i>)	0.2

Finalmente, al comparar el difractograma de la muestra codificada como “M2017-035-004-M3-60MIN” (véase la Figura 4) con los difractogramas de la base de datos ICDD-2007, y considerando la información proporcionada por la solicitante, se identificaron principalmente las fases *Calcite (CaCO₃)*, *Aragonite (CaCO₃)*, *Calcium (Ca)* *Carbon (C)*, *Portlandite. (Ca(OH)₂)*. Las fichas JCPDS-PDF asociada a estas fases son 05-0586, 41-1475, 10-0348, 26-1080, 44-1481 (véase la Figura 9). Asimismo, para estimar y verificar el porcentaje en peso (%W) de las



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

principales fases identificadas, se utilizó el método Rietveld; donde dichos valores se observan en la Tabla 4.

Tabla 4. principales fases presentes en la muestra “M2017-035-004-M3-60MIN”

Muestra	Fase	% W
M2017-037-003-M2-60MIN	<i>Calcite</i> (CaCO_3)	92.6
	<i>Aragonite</i> (CaCO_3)	1.3
	<i>Calcium</i> (Ca)	2.4
	<i>Carbon</i> (C)	0.2
	<i>Portlandite.</i> ($\text{Ca}(\text{OH})_2$)	3.5

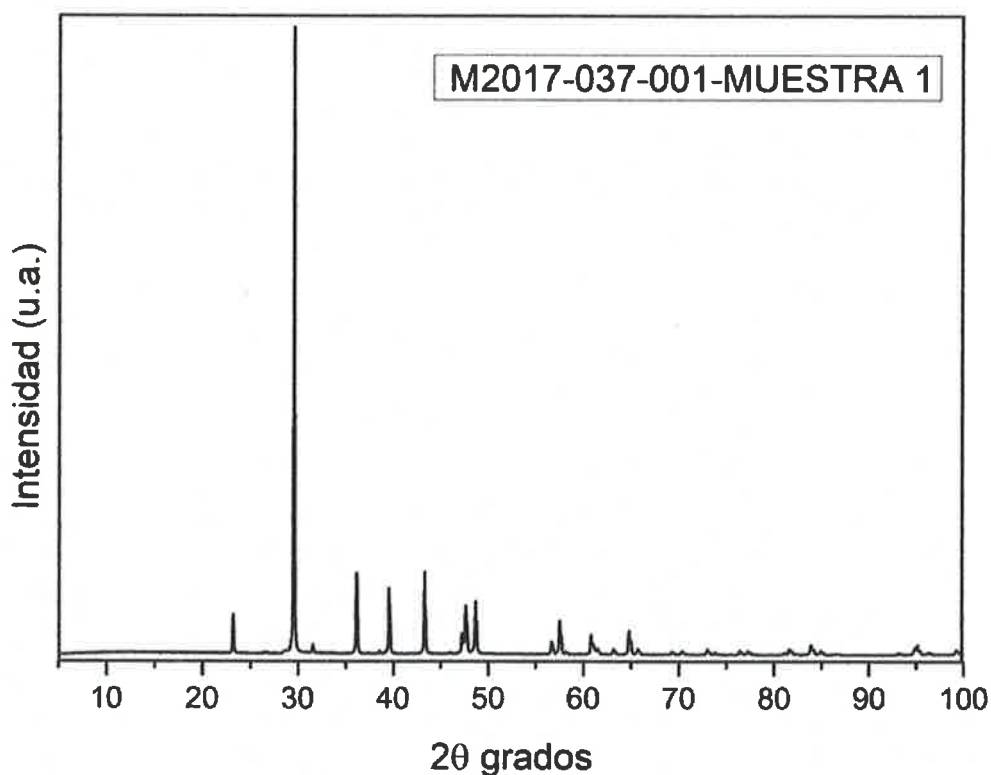


Figura 1. Difractograma de la muestra M2017-037-001- MUESTRA1 .



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

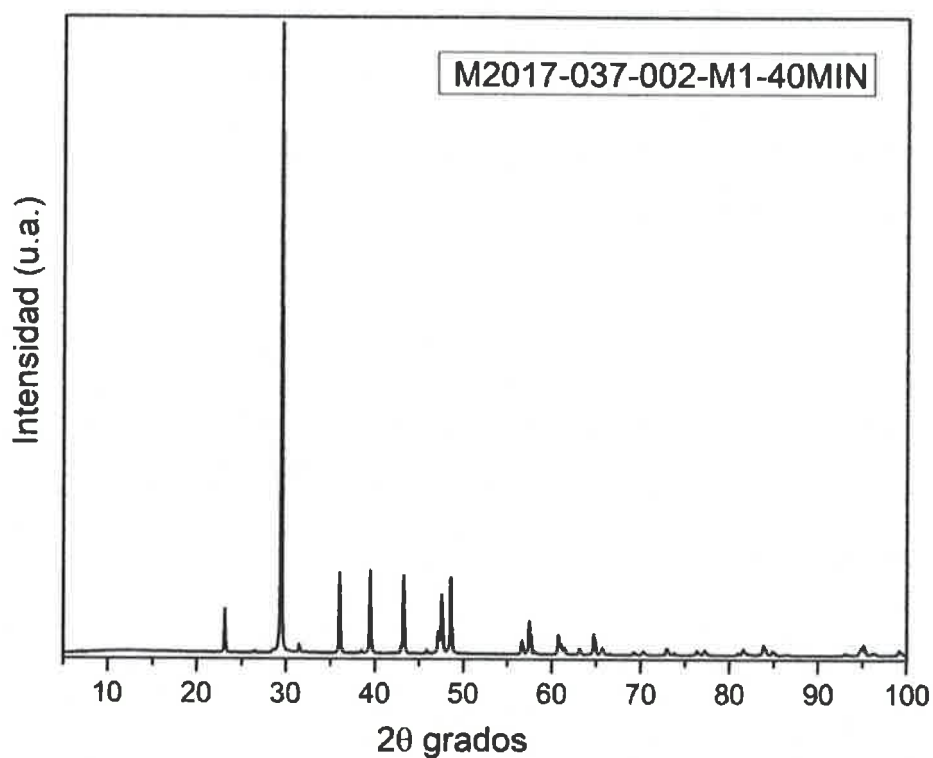


Figura 2. Difractograma de la muestra M2017-037-002-M1-40MIN.

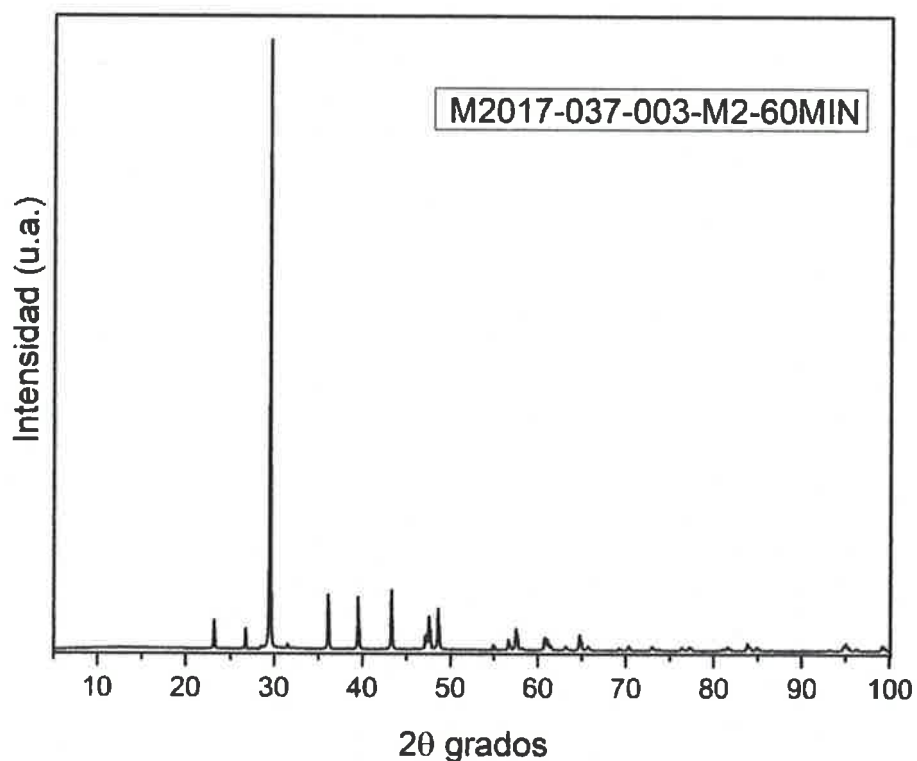


Figura 3. Difractograma de la muestra M2017-037-003-M2-60MIN.



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

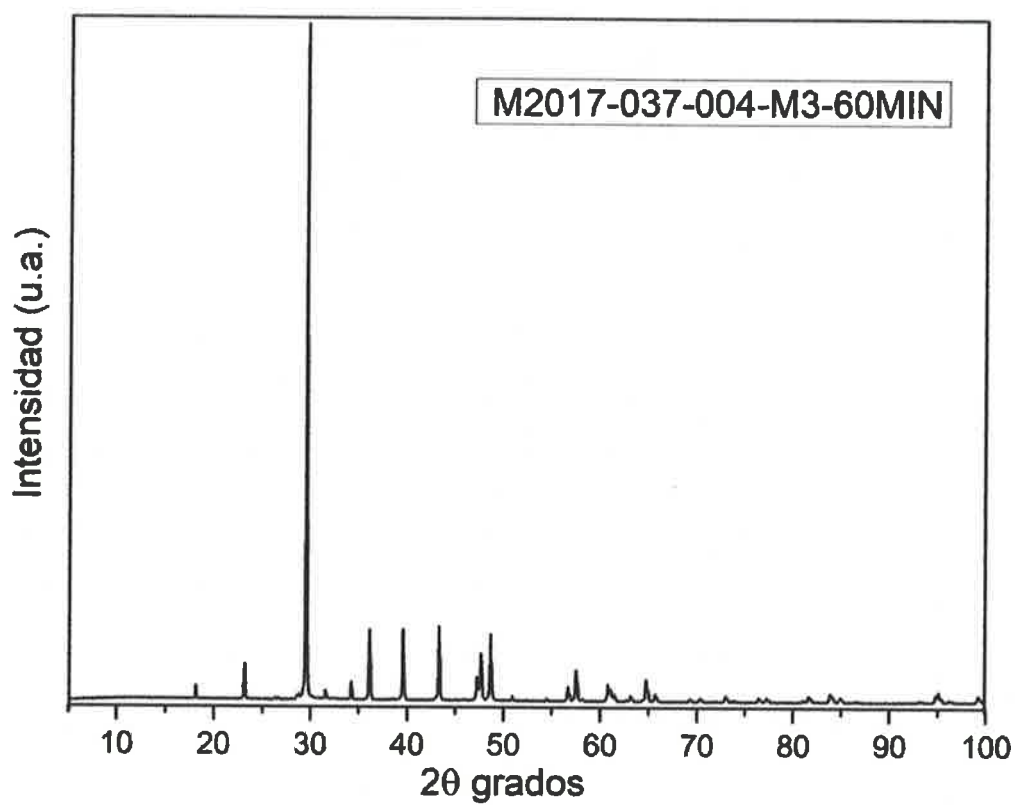


Figura 4. Difractograma de la muestra M2017-037-004-M3-60MIN.



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

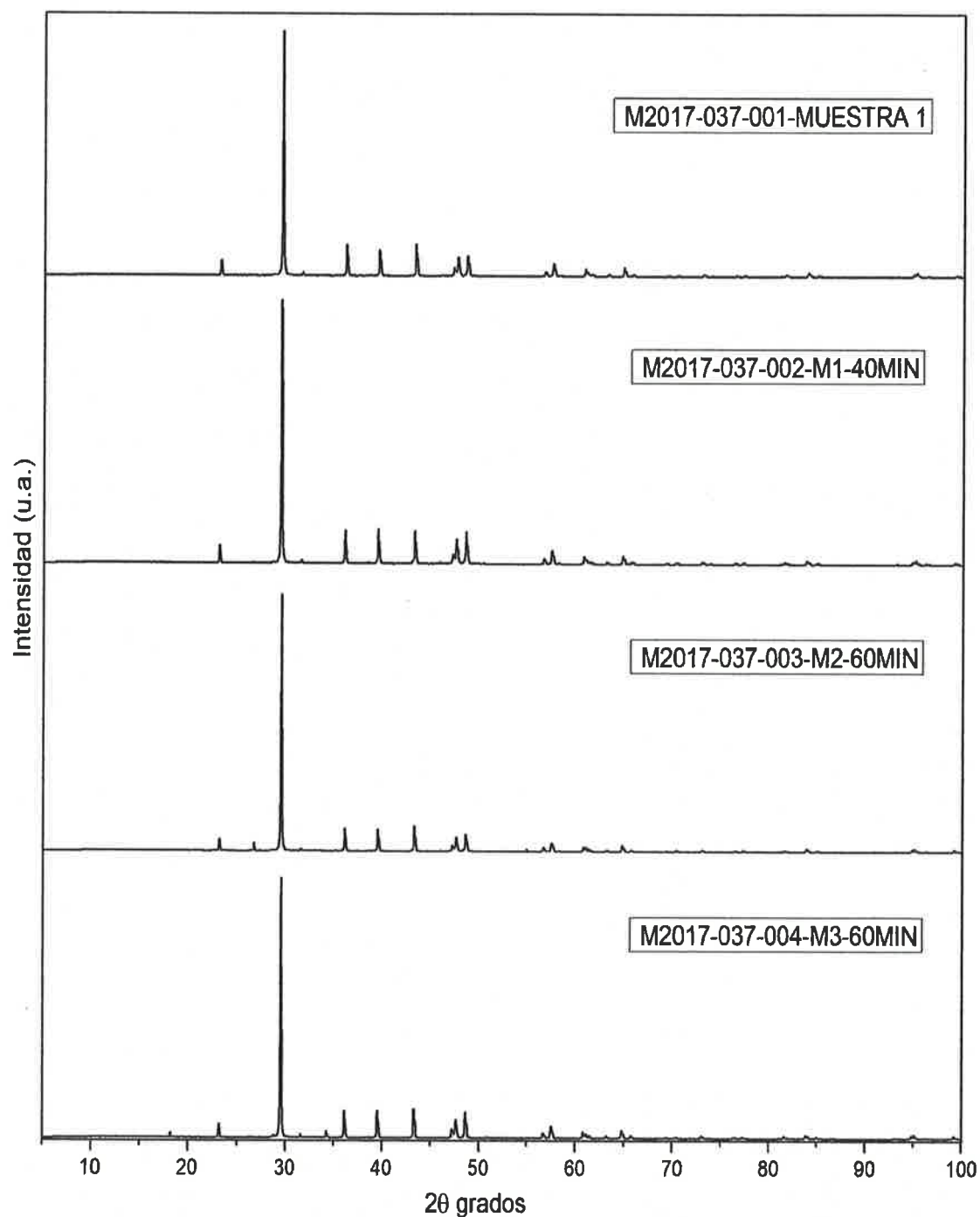


Figura 5. Comparación de los difractogramas de las muestras analizadas.



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

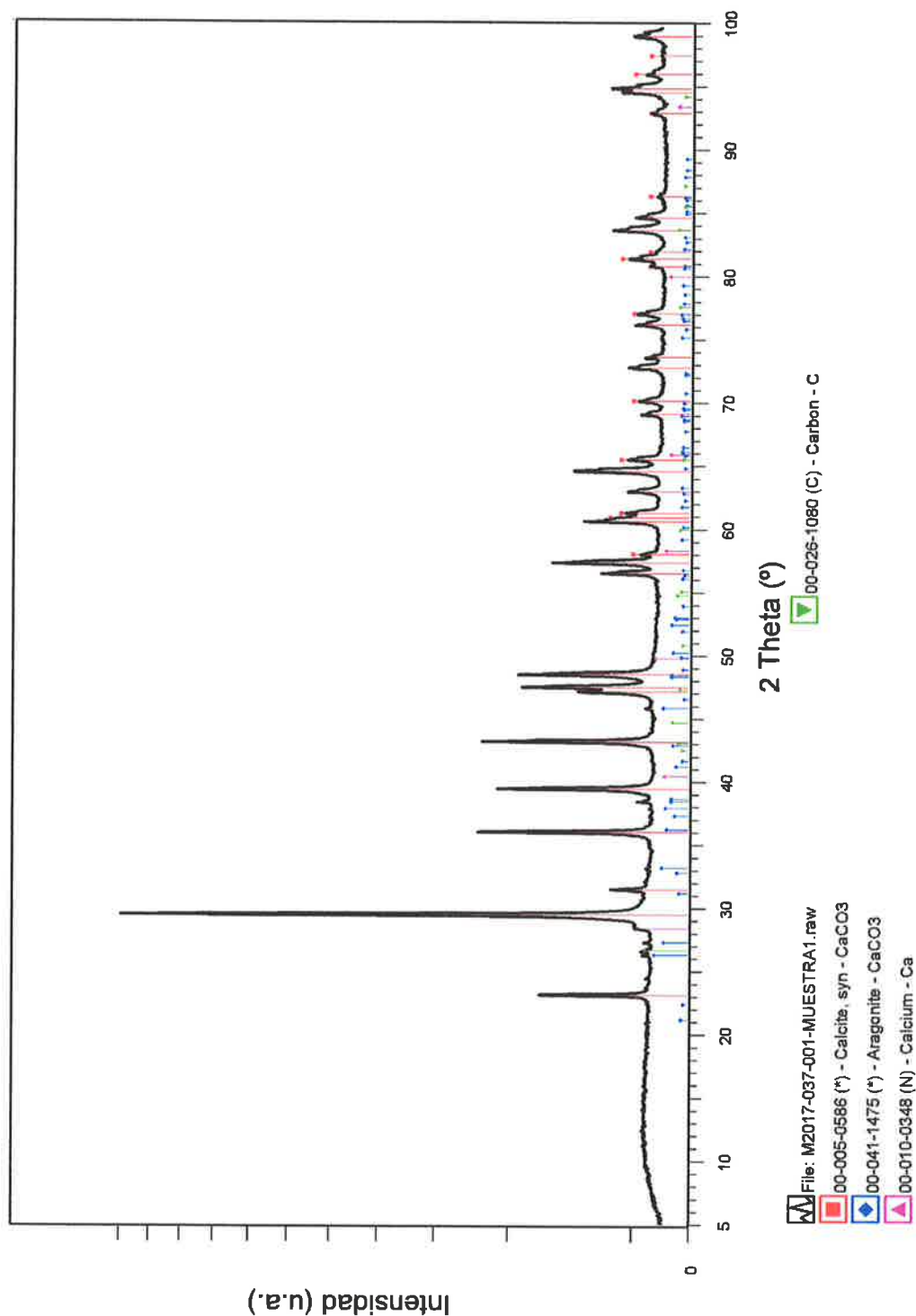


Figura 6. Difractograma de la muestra "M2017-037-001- MUESTRA1" con los correspondientes picos de difracción de las principales fases encontradas.



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

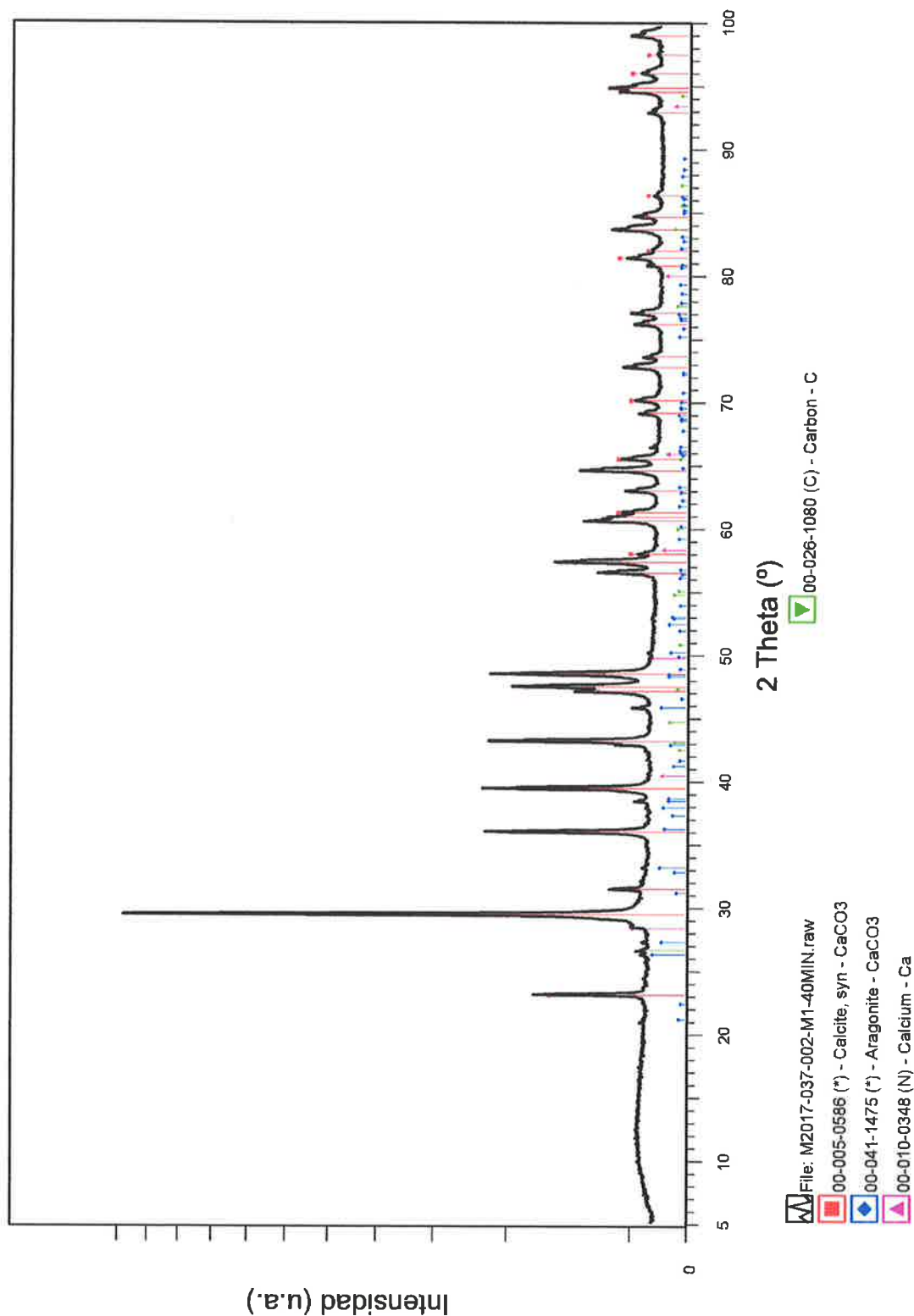


Figura 7. Difractograma de la muestra "M2017-037-002-M1-40MIN" con los correspondientes picos de difracción de las principales fases encontradas.



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

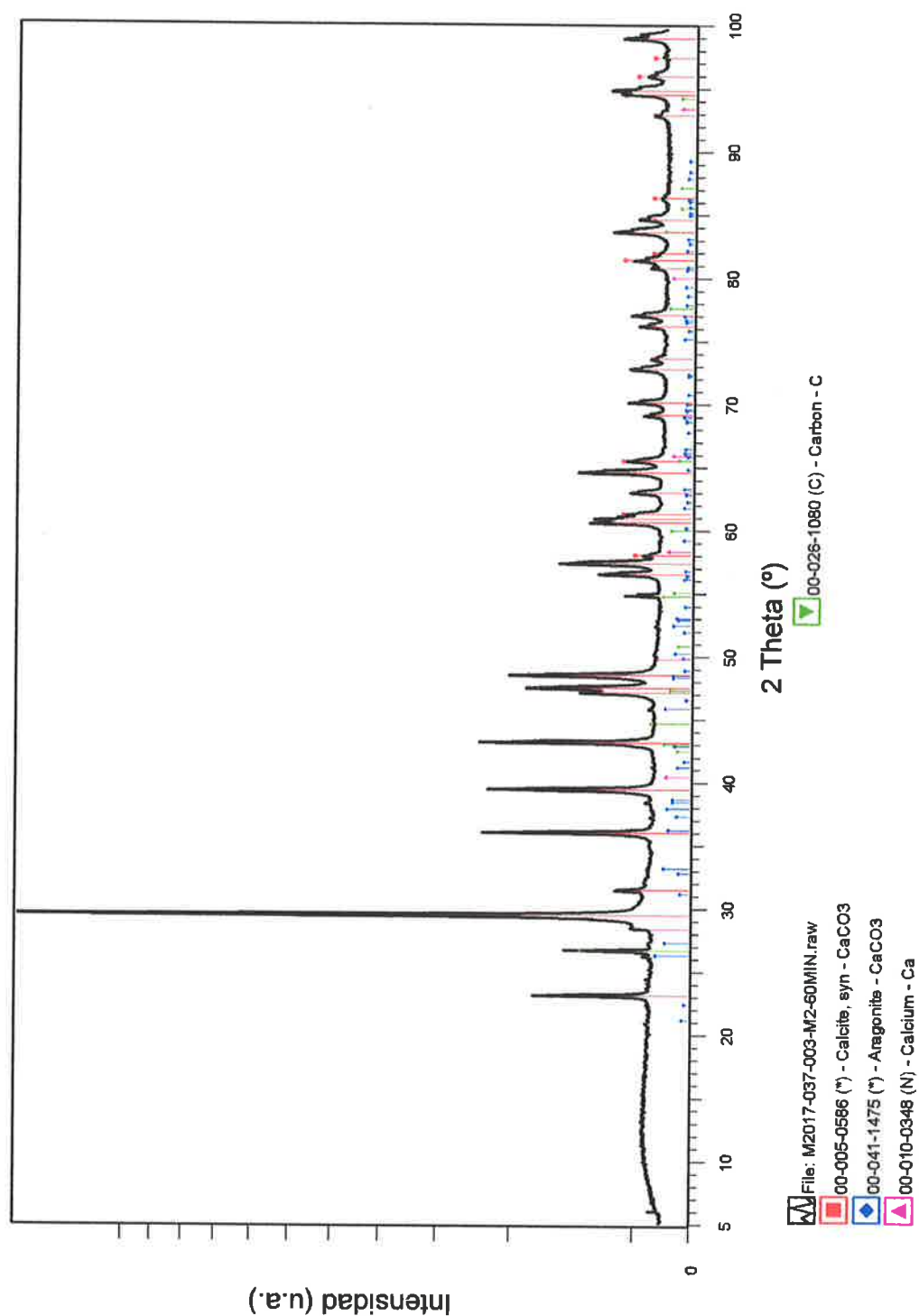


Figura 8. Difractograma de la muestra "M2017-037-003-M2-60MIN" con los correspondientes picos de difracción de las principales fases encontradas.



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

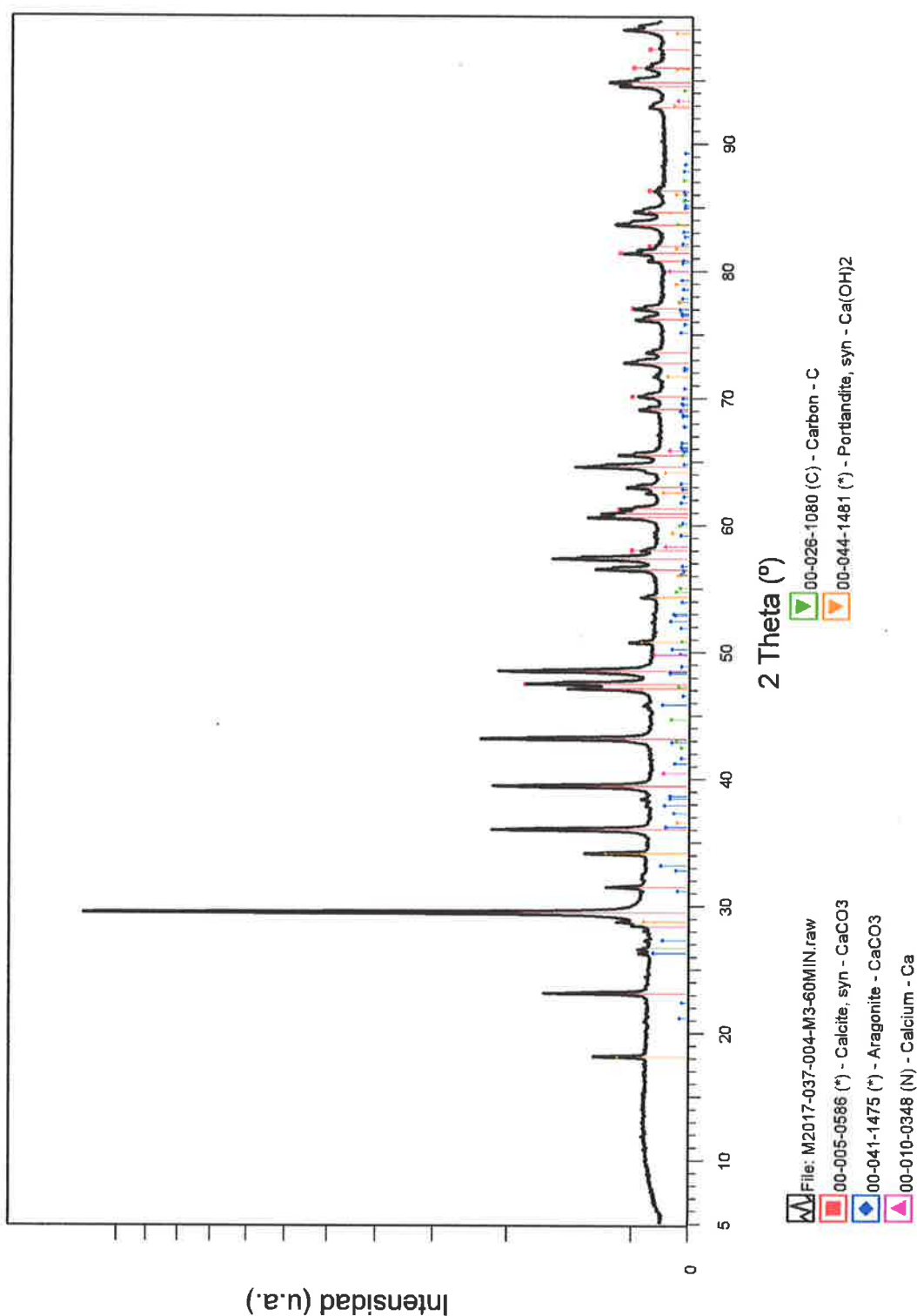


Figura 9. Diffractograma de la muestra "M2017-037-004-M3-60MIN" con los correspondientes picos de difracción de las principales fases encontradas.

feedback studio Jaíra Araceli ATANACIO GARCÍA Aprovechamiento de Residuos Calcáreos mediante el método de Nanoflotación para la generación de Portland



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

"Aprovechamiento de Residuos Calcáreos mediante el método de Nanoflotación para la generación de Portlandita en la empresa Comacsa-los olivos"

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA AMBIENTAL

AUTOR:
JAIRA ARACELI ATANACIO GARCÍA

/0

1 de 1

Resumen de coincidencias

15 %

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias:

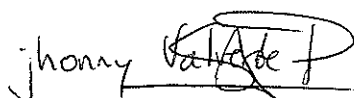
1	repositorio.upaga.edu...	2 %
2	es.siloesdiane.net	1 %
3	www.liberar.com	1 %
4	asesorias.cuantitad2.cl...	1 %
5	Entregado a Universidad...	1 %
6	Entregado a Pontificia ...	<1 %
7	www.scielo.org.co	<1 %
8	Entregado a Universidad...	<1 %

Yo, JHONNY WILFREDO VALVERDE FLORES, docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo Sede Lima Norte, revisor (a) de la tesis titulada:

“Aprovechamiento de Residuos Calcáreos mediante el método de Nanoflotación para la generación de Portlandita en la empresa Comacsa-los olivos”, del (de la) estudiante **Jaira Araceli Atanacio Garcia**, constató que la investigación tiene un índice de similitud de **15%** verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Los Olivos, 13 de setiembre de 2018



.....
Dr. Jhonny Valverde Flores

DNI: 18120253

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---------------------------------------------------------------------------	--------	-----------


Yo

Jaira Araceli Atanacio García
identificado con DNI N° 71941910, Egresado(a) de la Escuela
Profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la Universidad César Vallejo,
autorizo (X), No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi
trabajo de investigación titulado: "Aprovechamiento de Residuos
Calceos mediante el método de Nanoflotación para la generación
de Portlandita en la empresa Comasa - Los Olivos
.....
.....";

en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>),
según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derechos de
Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....
.....
.....
.....
.....


.....
FIRMA

DNI: 71941910

FECHA: Los Olivos 13 de septiembre del 2018.

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE

LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

Jaira Araceli Atanacio García

INFORME TÍTULADO:

Aprovechamiento de Residuos calcáreos mediante el método
de Nanoflotación para la generación de Portlandita en la empresa Camasca-Los Olivos

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO (A) AMBIENTAL

SUSTENTADO EN FECHA: 17/01/2018

NOTA O MENCIÓN: 16



Firma del Encargado de Investigación

Dr. Elmer Benites Alfaro